



ПРИРОДА

6

1964

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор
АКАДЕМИК Д. И. ЩЕРБАКОВ

Доктор физико-математических наук Д. А. ФРАНК-КАМЕНЕЦКИЙ (заместитель главного редактора); доктор философских наук Д. М. ТРОШИН (заместитель главного редактора); кандидат технических наук А. С. ФЕДОРОВ (заместитель главного редактора); академик А. И. БЕРГ; академик А. П. ВИНОГРАДОВ; член-корреспондент АН СССР Л. А. ЗЕНКЕВИЧ; член-корреспондент АН СССР В. Л. КРЕТОВИЧ; член-корреспондент АН СССР Г. М. ФРАНК; доктор физико-математических наук Б. Л. ДЗЕРДЗЕЕВСКИЙ; доктор физико-математических наук С. П. КАПИЦА; Я. Б. КОГАН (ответственный секретарь)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Академик Н. П. АНИЧКОВ (медицина); академик А. Е. АРБУЗОВ (органическая химия); академик И. К. КИКОИН (физика); академик В. Н. СУКАЧЕВ (ботаника); академик Н. В. ЦИЦИН (сельское хозяйство); член-корреспондент АН СССР Э. А. АСРАТЯН (физиология); член-корреспондент АН СССР Б. Н. ДЕЛОНЕ (математика); член-корреспондент АН СССР Н. А. КРАСИЛЬНИКОВ (микробиология); член-корреспондент АН СССР П. И. НУЖДИН (биология); член-корреспондент АН СССР А. П. ТЕРЕНТЬЕВ (органическая химия); член-корреспондент АН СССР И. И. ТУМАНОВ (физиология растений); доктор биологических наук А. Г. БАННИКОВ (зоология); доктор физико-математических наук Б. В. КУКАРКИН (астрономия); доктор философских наук Г. А. КУРСАНОВ (философия); доктор технических наук В. А. МАГНИЦКИЙ (геофизика); доктор географических наук Ю. К. МАРКОВ (география); доктор биологических наук К. К. ФЛЕРОВ (палеонтология); доктор биологических наук А. Н. ФОРМОЗОВ (экология; зоогеография); доктор физико-математических наук Р. З. САГДЕЕВ (физика)

Каковы же они, те 55 звезд — соседей Солнца, расстояние до которых меньше 16 световых лет? К ним будут направлены первые рейсы фотонных ракет, первые радиосигналы.

На первой странице обложки — рисунок к статье В. А. Бронштэна «Ближайшие звезды». На четвертой странице — к статье В. В. Козлова и Е. Д. Сулиды-Кондратьева «Лунная «геология».

Обложка художника
Е. В. Крылова

ПРИРОДА

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР

ГОД ИЗДАНИЯ ПЯТЬДЕСЯТ ТРЕТИЙ

6
1964

В НОМЕРЕ:

- | | | | |
|---|----|--|-----|
| За высокую культуру земледелия. <i>И. В. Цицин</i> | 3 | Отклики, комментарии. «Зрение пальцами» и «ясновидение» <i>Л. Теплова, Н. Д. Ньюберг</i> | 74 |
| Ядерный магнитный резонанс и строение молекул. <i>Б. А. Арбузов, Ю. Ю. Самитов</i> | 13 | Защита природы. Сохраним птичьи базары Байкала. <i>О. К. Гусев</i> | 77 |
| Эволюция дозвездного вещества. <i>Я. Б. Зельдович</i> | 25 | Грозные явления природы. Гибель горного озера. Селевой поток на Иссыке. <i>Е. М. Калмыкина, А. П. Горбунов</i> | 81 |
| Возникновение и эволюция обмена веществ. <i>А. И. Опарин</i> | 29 | У наших друзей. Прудовое рыбоводство в Чехословакии. <i>Л. В. Арзамасцева</i> | 85 |
| Соседи Земли и Солнца | | В лаборатории природы. Гидравлический способ движения у животных. <i>Л. А. Зенкевич, В. С. Муравейская</i> | 89 |
| Ближайшие звезды. <i>В. А. Бронштэн</i> | 34 | Путешествия. Италия глазами геолога. <i>Д. И. Щербаков</i> | 96 |
| Лунная «геология». <i>В. В. Козлов, Е. Д. Сунди-Кондратьев</i> | 44 | Найдено в архиве. Воплощение мечты. <i>Д. И. Менделеев</i> о рациональном ведении сельского хозяйства. <i>А. А. Макареня</i> | 107 |
| Что мы сможем наблюдать на Луне. <i>К. А. Куликов</i> | 50 | | |
| Классификация и систематизация науки. <i>Д. М. Трошин</i> | 56 | | |
| Лауреаты Ленинских премий. «Белая полоса». Новейшие исследования морских берегов. <i>С. Д. Осокин</i> | 65 | | |
| В лабораториях ученых. Новый тип деления атомных ядер. <i>С. М. Подианов, В. Л. Михеев</i> | 70 | | |

(Продолжение на стр. 128)

На Каме



ЗА ВЫСОКУЮ КУЛЬТУРУ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Академик Н. В. Цицин

За последнее десятилетие Коммунистическая партия и Советское правительство провели в жизнь важные меры, направленные на дальнейшее развитие социалистического сельского хозяйства. Большие капиталовложения и подведение под сельскохозяйственное производство индустриальной базы, усовершенствование планирования и организации, укрепление колхозов и совхозов руководящими кадрами и специалистами, развитие принципа материальной заинтересованности, внедрение в производство достижений науки и передовой практики — все это в конечном итоге и определяет уровень развития сельского хозяйства. На декабрьском (1963 г.) Пленуме ЦК КПСС была выработана программа ускоренного развития химической промышленности и широкой химизации сельского хозяйства. Февральский (1964 г.) Пленум ЦК КПСС наметил конкретные пути дальнейшего подъема и развития сельскохозяйственного производства на основе всемерной его интенсификации. «На основе химизации, развития орошения и механизации нужно в короткий срок удвоить и утроить производство сельскохозяйственных продуктов», — так определил Н. С. Хрущев в своей речи на февральском (1964 г.) Пленуме главные задачи сельскохозяйственного производства нашей страны.



Говоря об основных условиях прогресса сельскохозяйственного производства, мы часто употребляем понятие — культура земледелия. И это не случайно. Под культурой земледелия понимается такой уровень организации сельского хозяйства, который при данных социально-экономических и научно-технических условиях обеспечивает максимальное получение продукции с единицы земельной площади при минимальных затратах труда.

Важнейшая черта высокой культуры земледелия, его интенсификации — непрерывный планомерный рост урожайности всех сельскохозяйственных культур и на этой основе повышение продуктивности животноводства, систематическое снижение материальных и денежных затрат на единицу возделываемой продукции. Отсюда ясно, что уровень культуры земледелия определяется прежде всего производительностью труда в сельском хозяйстве. В свою очередь, производительность труда зависит от культуры земледелия. Таким образом, существует обоюдная зависимость между культурой земледелия и производительностью сельскохозяйственного труда.

В наше время культура земледелия зиждется на умелом использовании достижений современной науки, техники, опыта передовой практики; они-то и служат основными двигателями прогресса культуры земледелия. Как используется машинная техника, насколько высока техническая культура тружеников села, каков уровень агротехники и

зоотехники, как поставлено дело совершенствования сортов растений и пород животных, насколько правильно используются объективные закономерности и силы природы, как ведется борьба с сорняками, вредителями и болезнями растений и животных — все это и многое другое имеет непосредственное отношение к культуре земледелия.

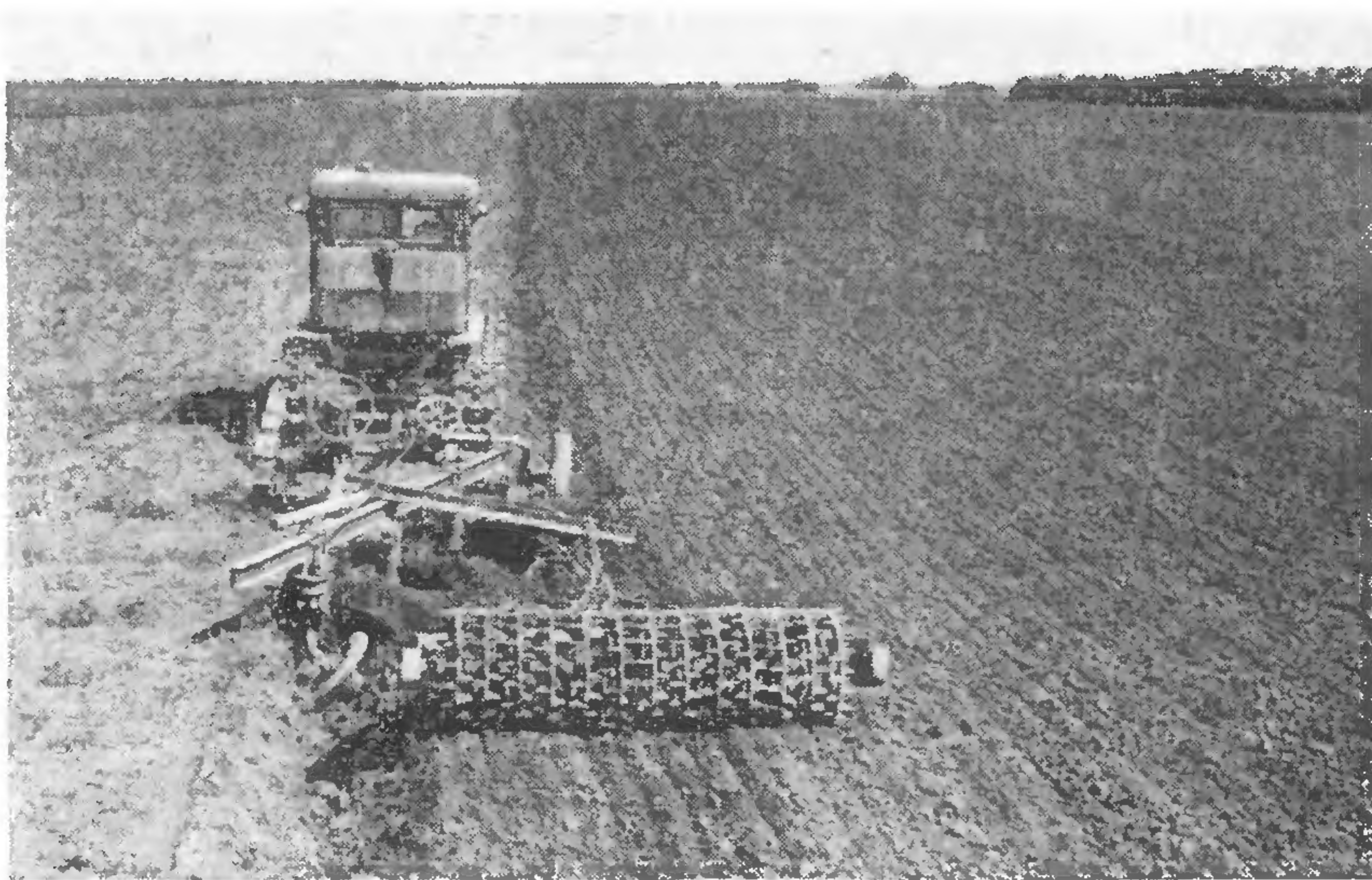
Мы видим, следовательно, что культура земледелия — понятие, отражающее целый сложный комплекс вопросов в жизни сельского хозяйства и, разумеется, в популярной журнальной статье нет возможности обстоятельно охарактеризовать все эти явления и свойственные им зависимости. Поэтому остановимся лишь на некоторых вопросах культуры земледелия, связанных главным образом с агротехникой и селекцией.

СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

За многовековую историю сельскохозяйственного производства человечество сменило несколько различных систем земледелия. На наиболее низкой ступени развития сельского хозяйства преобладала залежно-переложная система на юге и залежно-подсечная на севере. Затем возникла паровая трехпольная система, которая господствовала на территории нашей страны вплоть до Великой Октябрьской социалистической революции. Все эти системы характеризовали собой низкий уровень развития сельскохозяйственного производства,



Уборка кукурузы
в колхозе «Крас-
ный пахарь», По-
чинковского райо-
на, Горьковской
области



Обработка почвы в колхозе им. К. Либкнехта, Одесской области

орудиями которого были соха, мотыга, в лучшем случае — плуг на конной тяге.

Рост народонаселения, повышение общетехнической вооруженности страны и механизации производства, а также развитие агрономической науки вызвали дальнейшее совершенствование сельского хозяйства. Прежние системы, тормозившие развитие сельскохозяйственного производства, были отвергнуты самой жизнью.

В нашей стране на смену паровой трехпольной системе земледелия пришла так называемая травопольная система, предложенная акад. В. Р. Вильямсом. По сравнению с предыдущей, она, несомненно, была шагом вперед. Однако в условиях крупного социалистического сельского хозяйства, способного обеспечить себя техникой, удобрениями, высокоурожайными сортами, травопольная система, особенно при ее повсеместном шаблонном применении, вскоре превратилась в тормоз развития земледелия. Больше того, она нанесла нашему сельскому хозяйству немалый вред.

Следует сказать, что эта система уже с самого начала ее введения, и особенно при широком ее внедрении, не встретила единодушного одобрения. Многие агрономы-практики, работники опытных станций и научно-исследовательских институтов резко возражали против ее внедрения. Особая роль в этой дискуссии принадлежит выдающемуся советскому ученому акад. Д. Н. Прянишникову. Основываясь на

глубоком знании процессов почвенного питания растений, а также учитывая опыт и достижения науки в других странах, Д. Н. Прянишников считал, что многолетние травы, как главное звено севооборота, не могут обеспечить развитие достаточно интенсивного и продуктивного сельскохозяйственного производства. Такую же принципиальную позицию в борьбе против применения травопольной системы земледелия в засушливой зоне юго-востока, где урожаи трав особенно низкие, занимал и акад. Н. М. Тулайков.

В результате шаблонного применения травопольной системы земледелия во многих зонах страны сократились посевы озимой пшеницы, зернобобовых культур и корнеплодов; был резко сужен пропашной клин. Под травами и чистыми парами во многих районах, особенно нечерноземной полосы СССР, оказалось свыше 50% пашни. Большие площади были заняты посевами овса и других малоценных культур. Травопольная система привела к уменьшению сборов зерна и препятствовала расширению кормовой базы, так как высокопродуктивные культуры по существу вытеснялись менее продуктивными.

Чему учит нас печальный опыт применения травопольной системы земледелия? Прежде всего, он свидетельствует о том, что культура нашего земледелия находилась на недостаточно высоком уровне. На вооружение сельского хозяйства была принята система земледелия, не отвечавшая ни экономическим условиям, ни данным современной сельскохозяйственной науки. И второй вывод: система земледелия, как совокупность основных агротехнических мероприятий, является важным звеном всей земледельческой культуры, и от того, насколько тщательно она разработана и умело применяется, во многом зависит продуктивность всего сельскохозяйственного производства.

Естественно, что работать по системе, применяемой шаблонно, или без системы

вообще — нельзя, так как это приведет к беспорядку, при котором не может быть и речи о рентабельности хозяйства. На совещании передовиков сельского хозяйства Казахской ССР в городе Алма-Ате Н. С. Хрущев справедливо указал: «Некоторые товарищи говорят, что не должно быть шаблона в применении системы земледелия. Это правильно. Но отрицание шаблона вовсе не означает отрицания самой системы земледелия, отрицания порядка в земледелии».

Сейчас на полях совхозов и колхозов широкое распространение получают более интенсивные системы, рассчитанные на высокую механизацию сельскохозяйственных работ, на широкое применение минеральных и органических удобрений, на возделывание наиболее продуктивных культур, на тесную зависимость между растениеводством и животноводством. Иначе говоря, социалистическое сельское хозяйство могут удовлетворять такие системы земледелия, в которых заложены возможности для высокого выхода разнообразной продукции — и продовольственной и кормовой; системы, отвечающие высокому уровню механизации и химизации сельскохозяйственного производства, увязанные с особенностями природных и экономических условий различных зон.

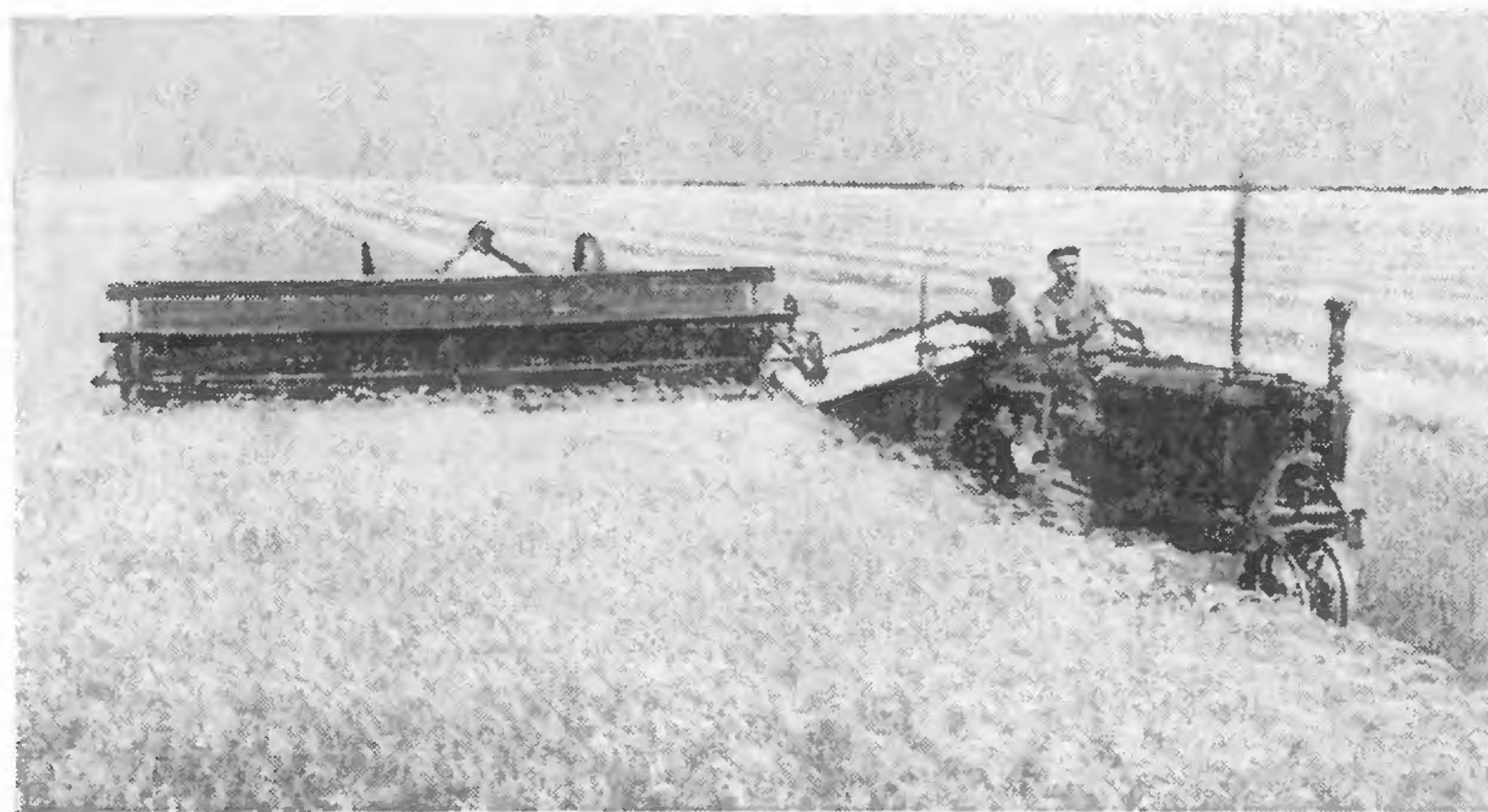
РОЛЬ СЕВООБОРОТА

Предметом особой заботы Партии и Правительства всегда было дальнейшее развитие и укрепление зернового хозяйства, как основы всего сельскохозяйственного производства. В течение текущего двадцатилетия валовое производство зерна увеличится более чем в 2 раза, главным образом за счет роста урожайности. К 1980 г. предстоит довести производство зерна до 18—19 млрд. пудов. Это нелегкая задача, но она должна быть решена для удовлетворения растущих потребностей народа.

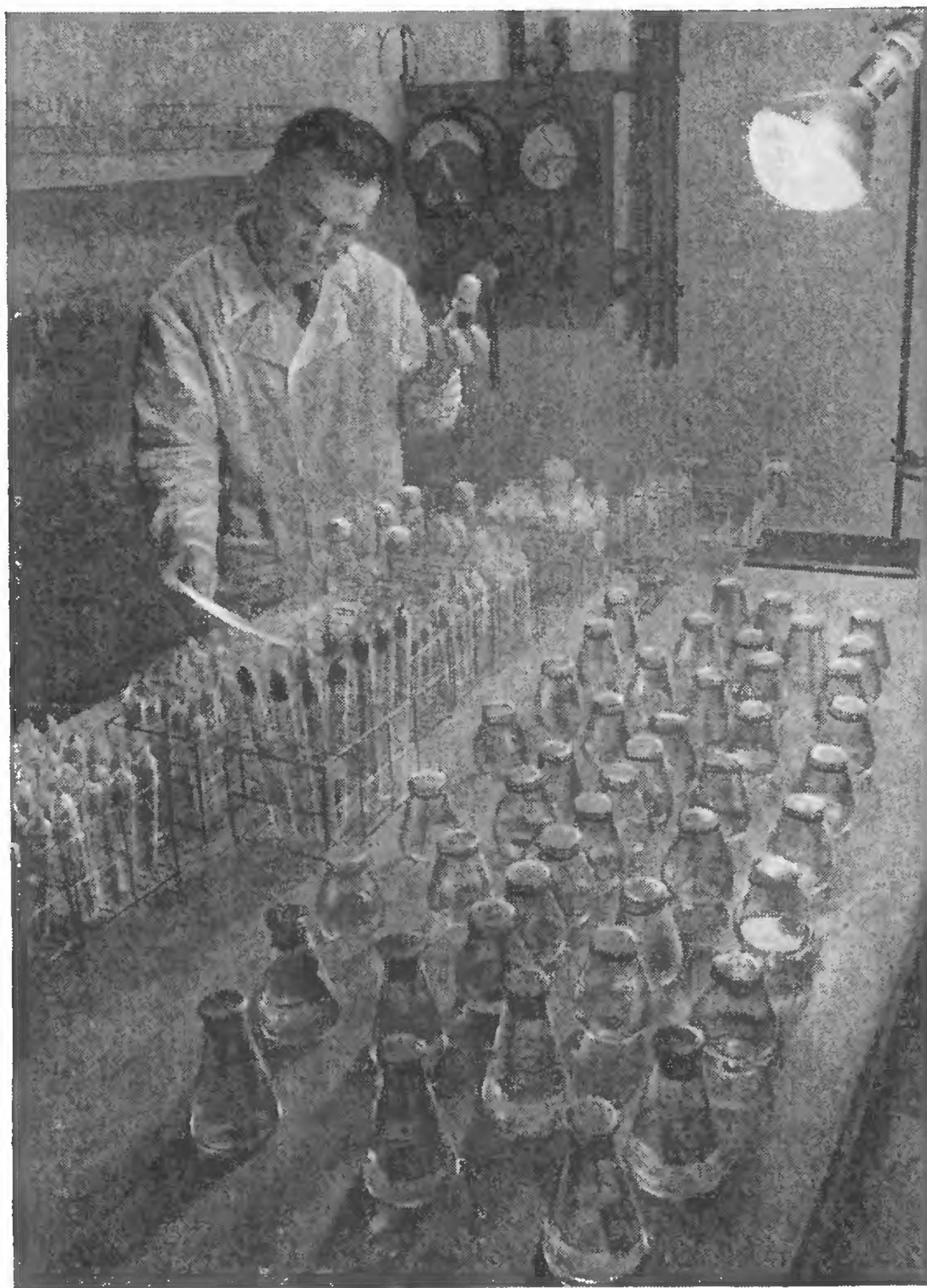
Сельскохозяйственное производство должно решительно сократить площади под малоценными культурами и занять их

наиболее продуктивными: кукурузой, горохом, сахарной свеклой и т. д. Соответственное место в севооборотах должно быть отведено и многолетним травам, которые дают продуктивный белковый корм для сельскохозяйственных животных, в первую очередь для молодняка крупного рогатого скота и овец, сенную муку для свиней. Практика показала, что травосеянием в необходимых размерах заниматься безусловно нужно и не следует смешивать травосеяние с травопольем. Многолетние травы должны широко внедряться на малопродуктивных землях, занятых в настоящее время пастбищами, выгонами, естественными сенокосами и т. д. В этом случае люцерна, клевер, эспарцет, житняк, костер безостый и другие многолетние травы заменят не зерновые и технические культуры, а дикое малопродуктивное разнотравье и сорняки. Благодаря посевам ценных бобовых и злаковых многолетних трав малопродуктивные земли вместо 5—6 ц низкокачественных кормов дадут 20—30 ц/га и более кормов высокого качества. Мы обязаны использовать и этот резерв социалистического земледелия.

Особого внимания заслуживают севообороты — одно из главных звеньев, определяющих систему земледелия. Установление для того или иного сельскохозяйственного района наиболее рационального, проверенного наукой и местной практикой севооборота, с определенным чередованием сельскохозяйственных растений по годам, совершенно необходимо. Вызывается это



Раздельная уборка пшеницы в колхозе «Комсомолец», Павловского района, Краснодарского края



На фитотроне — станции искусственного климата Института физиологии растений им. К. А. Тимирязева проводятся исследования, направленные на увеличение плодородия почвы и повышение урожайности сельскохозяйственных культур

тем, что различные культурные растения, например пшеница, горох, корнеплоды и т. д., требуют для своей жизни разных условий. Последовательно сменяя друг друга в поле, растения в связи с различным строением и биологическими особенностями, каждое по-своему, более рационально используют питательные вещества, добывая их с разных глубин пахотного и подпахотного горизонтов.

Устанавливая севооборот, необходимо хорошо знать не только химический состав почвы, но и динамику питательных для растения веществ до и после каждой культуры, в зависимости от чего и планируется вне-

сение соответственных удобрений. Известно, например, что злаковые черпают азот из почвы, а бобовые усваивают его из атмосферы при посредстве клубеньковых бактерий. Широколиственные культуры лучше затевают почву, предохраняя ее от перегрева и иссушающего действия ветра, заглушают сорняки и т. д.

Дело, конечно, не в том, что севообороты должны быть выдержаны только в смысле чередования культур, относящихся к разным ботаническим видам; главное — насколько такое чередование содействует повышению урожая сменяющихся в нем культур. При этом соотношение их может и должно меняться в зависимости от экономики и специализации хозяйства, состава и свойств почвы, микроклимата и даже рельефа.

Не секрет, что совсем недавно в некоторых районах Сибири и Северного Казахстана севообороты сводились почти к монокультуре; иными словами, там сеяли хлеб по хлебу, вернее, пшеницу по пшенице и даже сорт по сорту. В результате бесменного возделывания яровой пшеницы на целинных и залежных землях засоренность полей сорняками, особенно овсюгом, достигла больших размеров. Если в первые годы освоения целины бесменные посевы яровой пшеницы были агрономически целесообразны, то дальнейшее отсутствие сево-

оборота не только не могло гарантировать высоких и устойчивых урожаев, но и приводило к их снижению.

Но и этот вопрос можно правильно решить только при строгом учете целого ряда естественно-исторических условий. Многое здесь зависит от возделываемой культуры, почвы, климата и пр. Известно, например, что картофель культивируется в России с начала XVIII в. Во многих крестьянских хозяйствах эта культура на одних и тех же приусадебных участках возделывалась практически в течение многих десятков лет. И если такой участок хорошо обеспечивался навозным удобрением, а растения — уходом, то картофель давал и дает при бес-

сменной культуре ежегодные высокие урожаи.

Ряд специальных опытов Полтавской опытной станции, Долгопрудной опытной станции им. Гедройца и Ротамстедской опытной станции в Англии, где в течение многих десятков лет производится посев бессменных культур, показал, что средняя урожайность зерновых без внесения удобрений сохранялась, примерно, на уровне 12—13 ц/га. Ясно, что при чередовании самих сортов одноименной культуры, а также видов, норм и сроков внесения различных удобрений, эта средняя урожайность могла бы быть значительно увеличена. В то же время опытные данные ряда других сельскохозяйственных станций, например бывшей Саратовской, говорят не в пользу монокультуры. Во всяком случае дальнейшее изучение этого вопроса представляет большой интерес для нашей науки и практики.

При необходимости увеличения в хозяйстве производства зерна, особенно пшеницы, за счет отведения наибольшего числа полей в севообороте под зерновые культуры, мы можем получить неплохие результаты, применив культурно-сортовые севообороты. Опыты показывают, что способностью различно использовать почвенные и климатические условия обладают не только сельскохозяйственные растения, относящиеся к разным семействам, родам и видам, но также и разные сорта в пределах одного вида. И этот факт имеет свое объяснение.

Степень развития корневой системы и глубина ее залегания у разных сортов одной и той же культуры — различны. Неодинаково используют эти сорта и питательные вещества. Различаются они и по способности ассимилировать солнечную энергию, а также по отношению к влаге. Вот почему при чередовании в севообороте разных сортов одной и той же культуры можно достигнуть более полного и равномерного использования почвенного плодородия. В семеноводческих посевах для сохранения сортовой чистоты в таких случаях надо размещать сорта одноименной культуры не подряд сорт за сортом, а прерывая их в севообороте другими, но преимущественно зерновыми же культурами.

КАКОВ ДОЛЖЕН БЫТЬ ПАР?

В большинстве известных севооборотов имеется поле-пар, предназначенное для

«отдыха» земли и борьбы с сорняками. Каков же должен быть пар? Этому вопросу агрономическая наука всегда уделяла большое внимание.

В истории отечественного растениеводства известны многие сменявшие друг друга виды пара. Возникновение чистого пара было, по-видимому, вызвано введением в культуру озимых хлебов. Как известно, для озимых почва издавна готовилась заблаговременно, по крайней мере в весенне-летний период; в нее вносились навоз и другие удобрения; перепашкой пара или культивацией и боронованием уничтожались сорняки. В центральной и северной России веками был особенно широко распространен так называемый крестьянский пар, служивший всю весну и часть лета до вспашки выпасом для скота. Господство черного пара наступило лишь в советское время. Этот вид пара — один из испытанных практикой агроприемов для накопления в почве питательных веществ, влаги и радикальной борьбы с сорной растительностью.

Недостаток механизмов и рабочей силы часто вынуждал поднимать пары не осенью, а весной или в начале лета. Так, в зависимости от обстоятельств, возникло много вариантов пара. На супесях западной части Советского Союза появились с и д е р а л ь н ы е п а р ы: на них с весны высевались сочные, преимущественно бобовые растения (например, люпин), которые запахивались заблаговременно до посева озими в качестве «зеленого» удобрения. В степных просторах, в зоне господства суровых ветренных зим, появились в самых различных вариантах п а р ы к у л и с н ы е, способствовавшие накоплению и равномерному распределению снега в полях.

Довольно давнюю историю имеют и п а р ы з а н я т ы е, засеваемые до посева озимых какими-нибудь растениями, например, в южных районах — кукурузой, в более северных — ранним картофелем, вико-овсом, горохом. Но только в настоящее время поставлен вопрос о повсеместной замене чистых паров (черных и ранних) занятыми. Насколько рационально это предложение? Безусловно, оно имеет большой хозяйственный смысл. При посевной площади, превышающей в СССР 200 млн. га, у нас ежегодно «гуляет» под чистым паром много земли. Разве у науки и передовой практики нет средств и сил заставить землю ежегодно давать урожай, а в районах с длинным веге-

тационным периодом даже по два урожая в год?

Все данные науки и практики подтверждают необходимость превращения черных паров в занятые. Этот процесс ныне быстро идет в нечерноземной полосе и других зонах СССР, где выпадает достаточно осадков.

Наука и практика говорят о том, что при занятых парах и введении в севооборот высокоурожайных пропашных культур можно не менее успешно, чем на чистых парах, применять комплекс современных средств борьбы с сорняками и, накапливая влагу, собирать высокие урожаи как парозанимающих, так и следующих за ними сельскохозяйственных культур.

Однако в засушливых районах в случае хозяйственной целесообразности применимы и черные пары под озимую пшеницу. В степных, засушливых зонах Сибири и Северного Казахстана чистые пары — один из лучших предшественников под яровую пшеницу, сохраняющие свое положительное последствие в течение ряда лет.

Культура земледелия требует учитывать каждый прогрессивный агротехнический прием и в соответствии с этим изменять весь комплекс агротехники по возделыванию той или иной культуры.

Возьмем, например, способ квадратно-

гнездового посева ряда культур — кукурузы, сахарной свеклы, хлопчатника. С его введением по-новому стали решаться вопросы борьбы с сорной растительностью, сохранения влаги в почве, создания лучшей ее аэрации, а также разработки приемов внесения удобрений. Эти ранее трудоемкие культуры, благодаря новому способу посева и механизации, стали высокорентабельными. Следовательно, квадратно-гнездовой способ посева изменяет не только отдельные звенья, но и всю систему возделывания данной культуры, делая ее более совершенной.

ИСПОЛЬЗОВАТЬ ВСЕ РЕЗЕРВЫ

Неотъемлемый признак высокой культуры земледелия — это умелое и своевременное использование резервов, заложенных в почве, в растениях, в климате, в организации человеческого труда.

Наше сельское хозяйство представляет для этого широкое поле деятельности. Коренным образом изменился сам тип хозяйства в условиях социализма и строительства коммунизма: господствующее положение заняло крупное высокоорганизованное сельскохозяйственное производство. В настоящее время процесс производства зерна почти полностью механизирован. Уже реальной

становится задача механизации и автоматизации всего сельскохозяйственного производства, что приведет к превращению сельскохозяйственного труда в разновидность индустриального и к ликвидации существенных различий между городом и деревней.

Осуществление намеченных планов развития химической промышленности позволит резко увеличить производство минеральных удобрений и химических веществ для борьбы с вредителями и сорняками. Химизация сельскохозяйственного производства значительно поднимает об-



Прекрасный урожай кукурузы собирают из года в год в колхозе им. В. И. Ленина, Винницкой области

щий уровень культуры земледелия и предъявляет новые требования к агрономической науке и многим разделам теоретической биологии.

Все эти условия с каждым годом все больше и больше делают наше хозяйство независимым от стихийных сил природы. Именно на этом основании Коммунистическая партия поставила перед народом задачу — в любые годы, даже в самые засушливые, получать гарантированные, все более высокие сборы зерна. Решение этой задачи будет ярким показателем высокой культуры нашего земледелия.

Продолжая повсеместную борьбу за высокие урожаи, в том числе на обширных массивах освоенной целины, наша партия взяла курс на ускоренное развитие производства минеральных удобрений и расширение поливного земледелия. После освоения целинных земель это — два следующих величайших резерва повышения общей продуктивности нашего сельскохозяйственного производства. Однако и правильное применение минеральных удобрений и организация поливного земледелия требуют от колхозов и совхозов, от производственных управлений, от всех тружеников полей высокой культуры. Не случайно Н. С. Хрущев подчеркивает, что минеральные удобрения следует распределять не уравнилельно, а выделять главным образом тем районам и конкретным хозяйствам, где они могут дать наивысшую прибавку урожая. А для этого надо отчетливо знать содержание питательных веществ в различных почвах, а также потребность в них возделываемых растений. Это — одна из точек соприкосновения науки с практикой.

К культуре земледелия на поливных землях имеет прямое отношение такая, казалось бы несложная деталь, как подготовка поливальщиков. Одно дело, когда поливальщик владеет только техникой полива, и совсем другое, когда он изучил биологию развития растений, знает, в какой период полить, в какой дозе и т. д. Это относится не только к поливальщикам, но и к другим сельскохозяйственным профессиям. Важно, чтобы каждый труженик сознательно, со знанием дела выполнял свою работу. В конечном итоге от этого зависит совершенство всего сложного здания культуры земледелия. И в этом отношении необходимо проводить большую систематическую работу. Говоря о системе обучения кадров, Н. С. Хрущев в своей записке «О некоторых воп-

росах, связанных с осуществлением курса партии на интенсификацию сельского хозяйства» справедливо указывает: «По-моему, всю нашу работу по внедрению в производство передового опыта и достижений науки следует поставить на более фундаментальную основу. А для этого надо прежде всего научить кадры, помочь им овладеть знаниями ведения интенсивного хозяйства... Мы создаем сейчас большую химию, будем с каждым годом увеличивать производство удобрений, химических средств для борьбы с сорняками и вредителями сельскохозяйственных культур. Это имеет огромное значение для интенсификации сельского хозяйства, для повышения урожайности. Но средства не дадут желаемых результатов, если руководство тем или иным хозяйством останется на низком уровне. Химия — могучий рычаг в борьбе за урожай, но надо иметь знания, чтобы эффективно использовать химические средства». Люди, овладевшие этими знаниями и опытом, творят буквально чудеса.

В прошлом году звено Турсуна Ушурова из колхоза «40 лет Октября» Алма-Атинской области собрало с поливного участка в 250 га в среднем по 100 ц кукурузного зерна с гектара.

Первый секретарь ЦК Компартии Казахстана И. Юсупов, рассказывая о резервах орошаемого земледелия, приводит факт выращивания на поливных землях, в совхозах им. Карла Маркса, Чимкентской области, двух урожаев. Да каких! Сначала посеяли на 127 га ячмень и собрали на круг по 26 ц зерна, а на 20 га вырастили по 18 ц гороха. После уборки этих культур всю площадь заняли кукурузой, собрав хороший урожай зеленой массы с початками: на 97 га — по 488 ц, с 50 га — по 533 ц. Таковы результаты поливного земледелия в засушливых условиях Чимкентской области.

Хотелось бы остановиться и на таком резерве, который скрыт в природе самого растения. Как известно, все звенья современного сельского хозяйства находятся в тесной зависимости от экономического развития страны, в первую очередь от уровня сельскохозяйственного машиностроения, энергообеспеченности, химической промышленности, ирригационного строительства. Но и механизация, и химизация, а также ирригация дают надлежащий эффект только в том случае, если условия, создаваемые ими, полностью используются возделываемыми



Уборка сахарной свеклы. Хмельницкая область. Колхоз им. Т. Г. Шевченко

растениями и животноводством. Именно поэтому биологическая активность растительных и животных организмов должна быть высокой и соответствовать уровню современной промышленности. Если в свое время такие малоурожайные культуры, как овес и травы, устаревшие сорта зерновых и технических культур, а также малопродуктивные породы скота, казалось бы удовлетворяли сельскохозяйственное производство, то теперь они уже не отвечают общему уровню народного хозяйства: они не могут обеспечить плановых заданий государства.

СОВЕРШЕНСТВОВАТЬ СЕМЕНОВОДСТВО, СОЗДАВАТЬ НОВЫЕ СОРТА

Перед агрономической наукой в настоящее время стоит задача внедрить в сельскохозяйственное производство культуры и сорта, способные наилучшим образом реализовать высокие технические возможности и заплатить за них наибольшим выходом продукции. Выбор культур и сортов должен соответствовать высоким требованиям сельскохозяйственного производства, ибо от них в огромной мере зависит положительное решение проблемы изобилия.

Существенное звено в культуре земледелия — это правильно поставленное семеноводство. Сортосеменные не только значительно увеличивают урожайность по сравнению с несортосеменными (рядовыми), но и улучшают качество получаемой продук-

ции. По данным Министерства сельского хозяйства СССР, перевод всех совхозов и колхозов на посев только лучших районированных сортов и гибридов даст стране огромную массу дополнительной продукции зерна — свыше 1 млрд. пудов.

В нашей стране за последние годы значительно улучшилось положение с семеноводством. Однако, как об этом сказал министр сельского хозяйства И. П. Воловченко на февральском Пленуме ЦК КПСС, положение с

семеноводством в целом еще нельзя признать удовлетворительным.

Наряду с системой производства семян элиты должна быть хорошо организована апробация всех семеноводческих посевов как важное контрольное мероприятие, а также необходимо проводить плановое сортообновление и сортосмен в колхозах и совхозах. Надо сказать, что все эти работы в ряде районов Советского Союза проводятся пока бессистемно и непланово, от случая к случаю.

Неудовлетворительная работа по семеноводству оставляет многие хозяйства без сортосемян. Это ведет к вынужденным переброскам из других климатических и почвенных условий огромного количества семян часто низких посевных качеств; в итоге — снижение урожайности.

В связи с коренной перестройкой систем земледелия большие задачи встают перед селекционерами и генетиками. Увеличение посевов гороха и фасоли, механизация их возделывания требуют создания штамбовых форм этих культур с прочным стеблем. Огромное значение имеют и селекционные работы по выведению новых сортов сельскохозяйственных культур для разрешения таких задач, как борьба с эрозией почв в степных районах и создание специальных сортов разных культур для орошаемого земледелия.

Для решения основной задачи нашего земледелия — увеличения производства продуктов с единицы площади, наряду с подбо-

ром наиболее урожайных культур, большое значение имеет и создание новых сельскохозяйственных растений, отличающихся высокой продуктивностью. В связи с этим хотелось бы отметить работу коллектива лаборатории отдаленной гибридизации Главного ботанического сада АН СССР, создавшего высокоурожайные сорта яровых и озимых пшенично-пырейных гибридов, получивших ныне важное народнохозяйственное значение.

В настоящее время получены и переданы в Государственное сортоиспытание два новых пшенично-пырейных гибрида, обладающих высокой урожайностью и высокими технологическими качествами зерна.

Готовятся к передаче совершенно новые многозерные сорта пшенично-пырейных гибридов, отличающиеся тем, что они вместо 2—4 зерен, как у обыкновенных мягких пшениц, несут в своих колосках по 5—8 и более зерен. С введением таких пшениц в производство значительно увеличится урожайность этой ценнейшей культуры.

Большое будущее принадлежит новым видам пшеницы, сочетающим в себе свойства продовольственной и кормовой культуры. Такие пшеницы мы уже получили и назвали их зернокармowymi. Хотя работая с зернокармowymi гибридами, мы еще не достигли главного — чтобы эти пшеницы могли по урожаю зерна конкурировать с лучшими сортами пшеницы, — все же достигнутые результаты представляют несомненный интерес как в практическом, так и научном отношении.

В привычном для всех представлении существующие формы пшеницы к моменту созревания зерна в колосе заканчивают свою жизнь. Зернокармowe же гибриды, в отличие от обычной пшеницы, после уборки урожая зерна не прекращают своей жизнедеятельности, а продолжают развиваться, давая богатую белком зеленую массу, которая скашивается на сено или может быть использована на подножный корм скоту вплоть до выпадения снега.

В отдельные годы, при благоприятных погодных условиях, способствующих хорошему послеуборочному отрастанию зернокармowych пшениц, урожай зеленой массы достигали 130—150 ц/га или 22—29 ц/га сена. При использовании зернокармowych гибридов только в кормовых целях они могут давать два—три укоса зеленой массы или сена в год. Как известно, ни одна из

существующих в природе пшениц такими свойствами не обладает.

У зернокармowych гибридов рыхлый колос промежуточного типа, зерно полустекловидное, средних размеров. Созревание у них, как и у многолетних форм пшеницы, происходит не снизу вверх, как у обычной пшеницы, а сверху вниз, т. е. сначала созревает колос, а затем стебель.

Давая пока еще сравнительно невысокие урожаи зерна (10—15 ц/га), зернокармowe гибриды отличаются высоким содержанием клейковины и белка. В их зерне



Колос обыкновенной пшеницы: на 16 колосков — 40 зерен (слева); колос пшенично-пырейного многозерного гибрида: на 16 колосков — 90 зерен (справа)



Участок сортоиспытания зернокармливых пшениц. Отрастание зернокармливых пшениц через полтора месяца после уборки их на зерно (справа и слева); в середине — скошенные деланки первого срока уборки отросшей массы на сено

содержится до 53—55% сырой клейковины, тогда как в зерне лучших сортов твердых пшениц ее бывает обычно не более 40—42%. Зернокармливые гибриды могут накапливать в зерне свыше 20% белка, в то время как у обычных озимых пшениц содержание белка не превышает 14—15%. Факт образования в зерне такого большого количества клейковины и белка в условиях нечерноземной зоны говорит о том, что пшенично-пырейные зернокармливые гибриды требуют дальнейшего внимательного изучения и совершенствования.

Сейчас мы работаем над созданием более продуктивных форм гибридов, которые, независимо от погодных условий, давая хороший урожай зерна, мощно отрастали бы после уборки, позволяя во втором укосе получать высокие дополнительные урожаи зеленой массы или сена. Уже в настоящее время зернокармливая пшеница представляет практическую ценность при использовании ее для получения зеленого корма или сена. Выведенные нами первые сорта этой пшеницы значительно превосходят по урожаю сена вико-овсяную смесь. Так, за 3 года сортоиспытания (1961—1963) в условиях Московской области зернокармливая пше-

ница № 108 дала урожай сена в среднем 88,7 ц/га при урожае сена вико-овсяной смеси 57,4 ц/га и озимой ржи сорта Вятка Московская 50,9 ц/га, что составляет 155% к урожаю вико-овсяной смеси и 174% к урожаю озимой ржи.

* * *

В этой статье изложены лишь некоторые аспекты сложной проблемы культуры земледелия. Советские люди твердо убеждены в том, что, несмотря на всю ее сложность, эта проблема будет решена успешно и любое наше хозяйство будет вестись на высоком уровне современной земледельческой культуры. Порукой тому — огромное внимание, уделяемое Партией и Правительством вопросам развития сельского хозяйства, постоянно крепнущий союз науки и практики.

Советские ученые, сознавая свой долг перед Родиной, с еще большим энтузиазмом будут помогать труженикам социалистических полей повышать культуру нашего земледелия, интенсифицировать все участки сельскохозяйственного производства.

УДК 631

КОРАБЛЬ ДВИЖЕТСЯ ... БОКОМ

В текущем, 1964 году вступит в строй оригинальный корабль, способный совершать самые замысловатые маневры, включая движение боком. Однако

самое важное его свойство заключается в способности захватывать с глубины 160 м и перерабатывать 20 т породы в час. Место его операций — Юго-Западная

Африка, у побережья которой находятся на дне океана богатейшие алмазные россыпи.

«Science News Letters», v. 85, 1964, № 2, p. 34 (США)

Ядерный магнитный резонанс и строение молекул

Академик Б. А. Арбузов,
Ю. Ю. Самитов

Казанский государственный университет им. В. И. Ульянова-Ленина

«Сколько еще открытий таится вокруг
шестого десятичного знака!..»

Слова этого эпиграфа, приписываемые знаменитому физiku А. Майкельсону, как нельзя лучше характеризуют суть и возможности нового явления природы — ядерного магнитного резонанса (ЯМР), открытого в 1946 г. одновременно и независимо американскими физиками Ф. Блохом и Э. Пёрселлом с сотрудниками. Ядерный магнитный резонанс, наблюдаемый на атомных ядрах, относится к той же группе эффектов, что и электронный парамагнитный резонанс (ЭПР)¹, открытый в 1944 г. советским физиком Е. К. Завойским.

Если в постоянное магнитное поле поместить исследуемый образец и облучать этот образец радиочастотным магнитным полем, какая-то часть этого излучения будет в образце поглощаться. При определенном соотношении между напряженностью постоянного поля и частотой радиоволн, поглощение резко возрастает — возникает резонансное поглощение.

Вплоть до 1951 г. сигналы ЯМР наблюдались в виде узкой одиночной ли-

нии поглощения энергии радиочастотного магнитного поля в зависимости от напряженности наложенного на образец постоянного магнитного поля (рис. 1, а). Однако применение сверхдородных магнитных полей и очень стабильной радиоаппаратуры показало, что сигналы ЯМР газообразных и жидких образцов органических соединений, как правило, состоят из многих линий, т. е. образуют спектр ЯМР (рис. 1, б).

За 10 лет, прошедших после открытия тонкой структуры линий ЯМР, возникла и широко развилась новая область знаний — спектроскопия ядерного магнитного резонанса высокого разрешения. Ученые, ра-

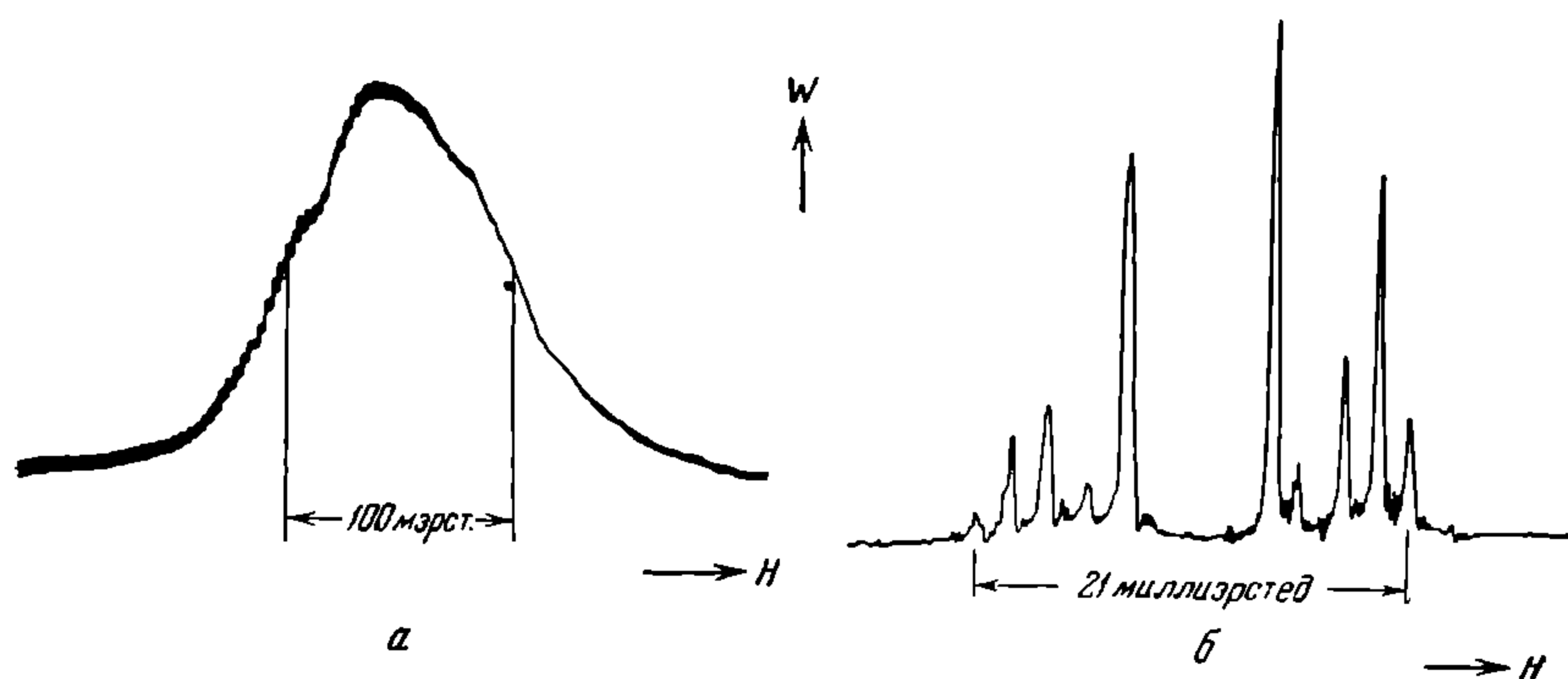


Рис. 1. Кривые поглощения при ядерном магнитном резонансе протонов ацетоуксусного эфира $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$: а — осциллограмма кривой поглощения при помещении образца в магнитное поле хорошего лабораторного магнита, снятая при медленном изменении магнитного поля; б — график поглощения того же образца в однородном поле H_0 , равном 5730 эрстед

¹ См. С. А. Альтшулер. Парамагнитный резонанс. «Природа», 1957, № 2, стр. 44—24.

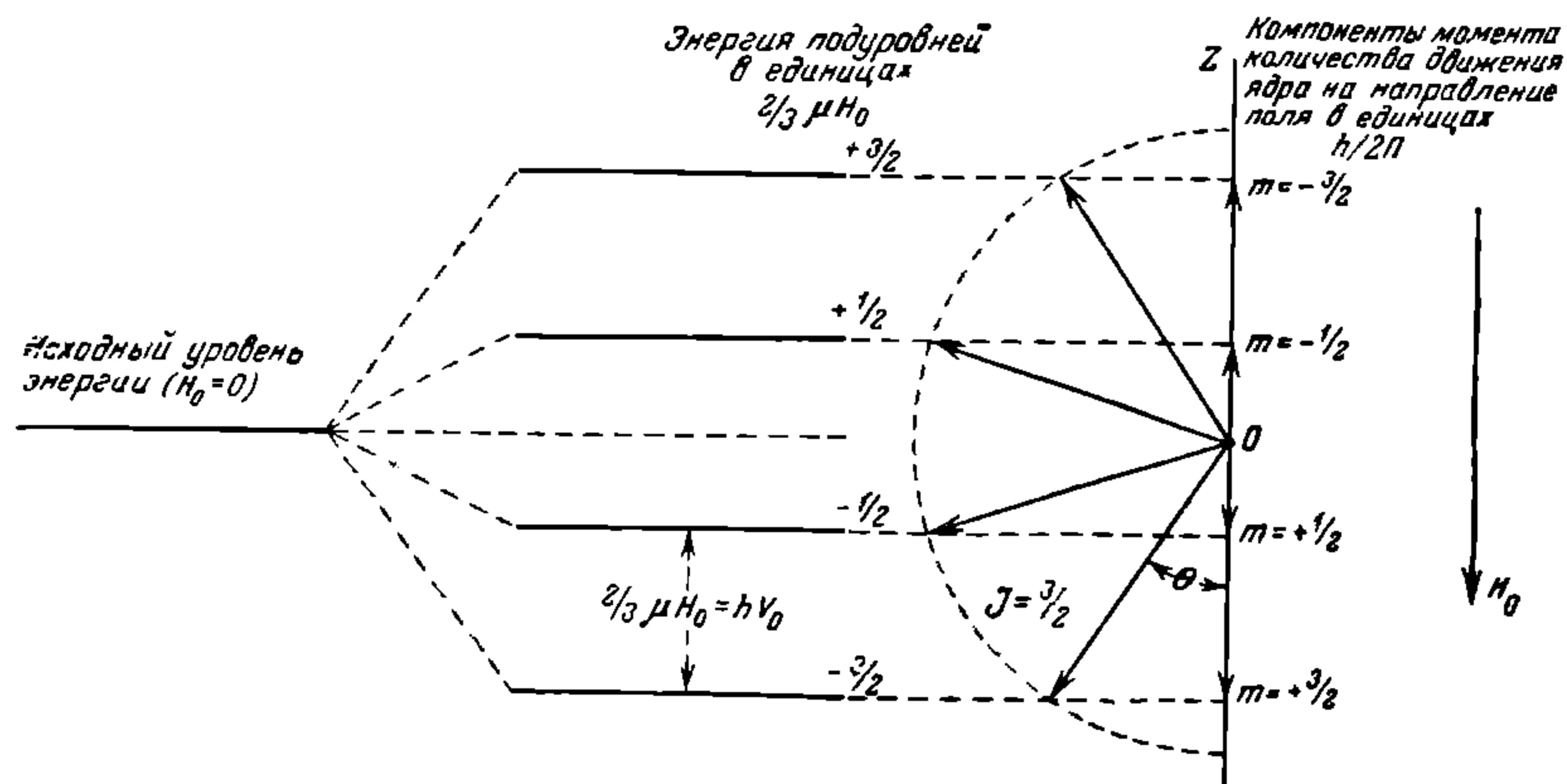


Рис. 2. Расщепление исходного уровня энергии атома в магнитном поле в случае, когда момент количества движения ядра в единицах $\hbar = \frac{h}{2\pi}$ равен $I = \frac{3}{2}$. Интервалы между подуровнями одинаковы, если электронное облако атома имеет сферическую симметрию. H_0 — внешнее магнитное поле

ботающие, например, в органической химии, получили новый мощный метод, позволяющий эффективно исследовать стереохимию молекул, характер распределения электронов в химической связи, водородную связь, кинетику быстрых химических реакций, следить за «размораживанием» внутримолекулярных степеней свободы, проводить анализ сложных смесей и т. д.

Столь широкая область применения ЯМР-спектроскопии высокого разрешения стала возможной лишь после того, как была создана аппаратура с разрешающей способностью 10^{-8} , с которой можно наблюдать отдельно две спектральные линии, различающиеся на 1 *гц*. Спектральная разрешающая способность нового метода оказалась более чем в миллион раз выше, чем при инфракрасной спектроскопии. В ЯМР-спектроскопии высокого разрешения измеряются изменения наложенного на образец магнитного поля напряжением, например, около 10 тыс. *эрстед* с точностью большей чем $\pm 0,0001$ *эрстеда*!

Однако эта разрешающая способность реализуется лишь в газообразных и жидких образцах. В случае кристаллических и аморфных тел, в том числе высокомолекулярных соединений, наблюдаются, как правило, относительно широкие одиночные сигналы. Изучение положения таких пиков успешно используется для точного определения ядерных моментов, прецизионного измерения и стабилизации магнитных полей. Интенсивность сигнала ЯМР и его форма характеризуют число исследуемых ядер в

образце и внутреннюю динамику вещества. Это позволяет использовать ЯМР в аналитических целях, применять его для контроля химических-технологических процессов, измерять скорость течения и вязкость жидкостей, обнаруживать парамагнитные ионы, изучать диффузию, диссоциацию и комплексообразование, следить за конфигурационными изменениями, «размораживанием» межмолекулярных степеней свободы и т. д. Таким образом, ядерный магнитный резонанс может быть широко использован в физике, химии и биологии, а также в производстве.

Каковы сферы применения ядерного магнитного резонанса высокого разрешения в органической химии?

МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС И ХИМИЧЕСКИЙ СДВИГ

Ядерный магнитный резонанс возможен лишь в веществах, в атомах которых ядра обладают ненулевым магнитным моментом. Пусть ядро диамагнитного атома имеет момент количества движения I (спин) и магнитный момент μ . В однородном внешнем магнитном поле H_0 исходный энергетический уровень атома расщепляется на ряд равноотстоящих подуровней (рис. 2). Если на рассматриваемый атом еще наложено переменное магнитное поле (радиоволны), вектор напряженности которого направлен перпендикулярно внешнему полю, то возникают квантовые переходы между различными подуровнями. Магнитный резонанс ядра изолированного атома сопровождается скачкообразным изменением ориентации (угол θ) магнитного момента атомного ядра по отношению к внешнему полю. В случае большого ансамбля взаимодействующих атомов в момент резонанса происходит изменение намагниченности образца.

Таким образом, принципиально ЯМР не отличается от оптической спектроскопии. В методическом отношении есть разница. В оптической спектроскопии анализируются световые лучи, испускаемые атомами и молекулами, тогда как в опытах с ядерным маг-

нитным резонансом радиочастотное излучение — внешний фактор и изучается лишь его действие на атомную или молекулярную систему. Переходы, возбуждаемые при определенной частоте, сопровождаются поглощением энергии радиочастотного поля и дисперсией магнитной восприимчивости, которые могут быть зафиксированы радиотехническими средствами. В опытах по магнитному резонансу, как правило, частота радиочастотного магнитного поля сохраняется неизменной, а меняется вблизи резонансного значения наложенное на образец постоянное внешнее магнитное поле H_0 .

Условие магнитного резонанса $\omega_0 = \gamma H_0$ удовлетворяется совершенно точно лишь для ядер, лишенных электронного окружения. В обычных условиях ядра входят в состав атомов или молекул и, следовательно, эффективное магнитное поле, действующее на исследуемые ядра, меньше приложенного извне. Следовательно, изменится и резонансная частота.

Причину этого явления легко уяснить из рис. 3. Здесь слева показано гипотетическое ядро, лишенное электронной оболочки, поэтому $H_{эфф} = H_0$. Справа изображено ядро, находящееся внутри атома. Диамагнетизм электронной оболочки атома приводит к частичному выталкиванию силовых линий магнитного поля, поэтому действующее на ядро поле несколько меньше приложенного и равно $H_{эфф} = H_0 (1 - \sigma)$. Следовательно, если сигналы ЯМР наблюдаются при фиксированной частоте радиочастотного магнитного поля $\omega_0 = \text{const}$, то во втором случае магнитный резонанс наступит при напряженности постоянного магнитного поля несколько большей, чем начальное.

Такой сдвиг резонанса был обнаружен в металлах и на ядрах изотопов H^1 , H^2 , B^{11} , C^{13} , N^{14} , F^{19} и P^{31} . Оказалось, например, что резонансное значение магнитного поля для ядер атомов фосфора имеет разные величины

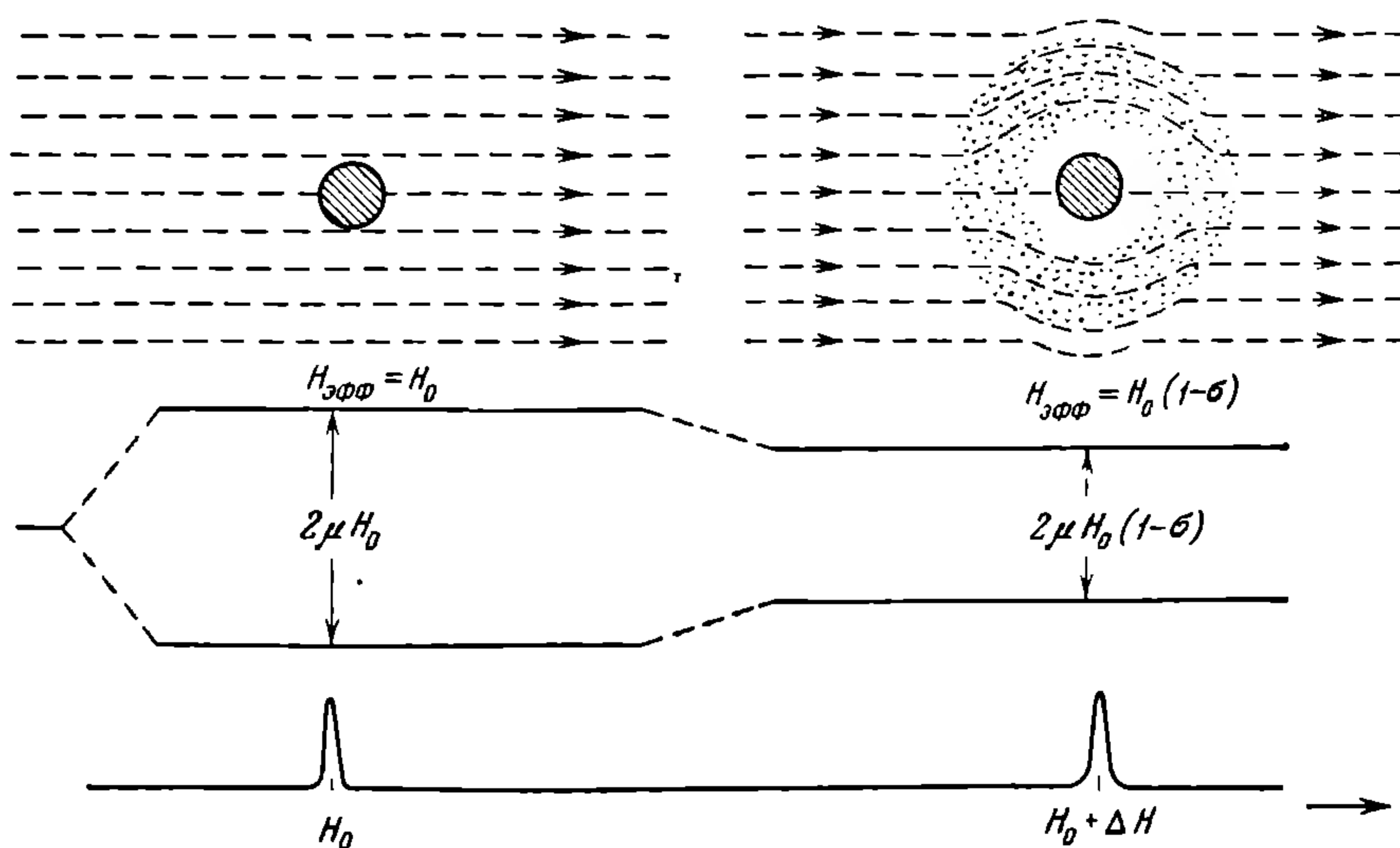


Рис. 3. Влияние электронного экранирования на уровни энергии ядра с $I = \frac{1}{2}$ в магнитном поле. Слева — уровни неэкранированного ядра; справа — уровни ядра, находящегося внутри атома

в различных фосфорорганических соединениях. На сдвиг резонанса сильное влияние оказывает и валентное состояние фосфора.

Так как величина магнитного экранирования σ зависит от электронного состояния молекулы, то при постоянной частоте генератора резонансное значение внешнего поля несколько меняется не только для различных соединений, но и для химически неэквивалентных групп атомов внутри молекулы. Вследствие этого может наблюдаться так называемый внутренний химический сдвиг, впервые обнаруженный в 1951 г. в этиловом спирте.

На рис. 4 приведены осциллограммы спектра магнитного резонанса протонов (ПМР) этилового спирта. На верхней кривой, в соответствии с различным значением постоянной магнитного экранирования для гидроксильной (σ_1), метиленовой (σ_2) и метильной (σ_3) групп атомов водорода появляются три резонансных пика. Эти пики носят название линий внутреннего химического сдвига. Суммарные интенсивности линий, определяемые числом ядер, резонирующих при данном значении начального магнитного внешнего поля, а на спектре — площадью S , ограниченной базой спектра и контуром данной линии, относятся как 1 : 2 : 3. Для обнаружения трех линий этилового спирта относительный градиент магнит-

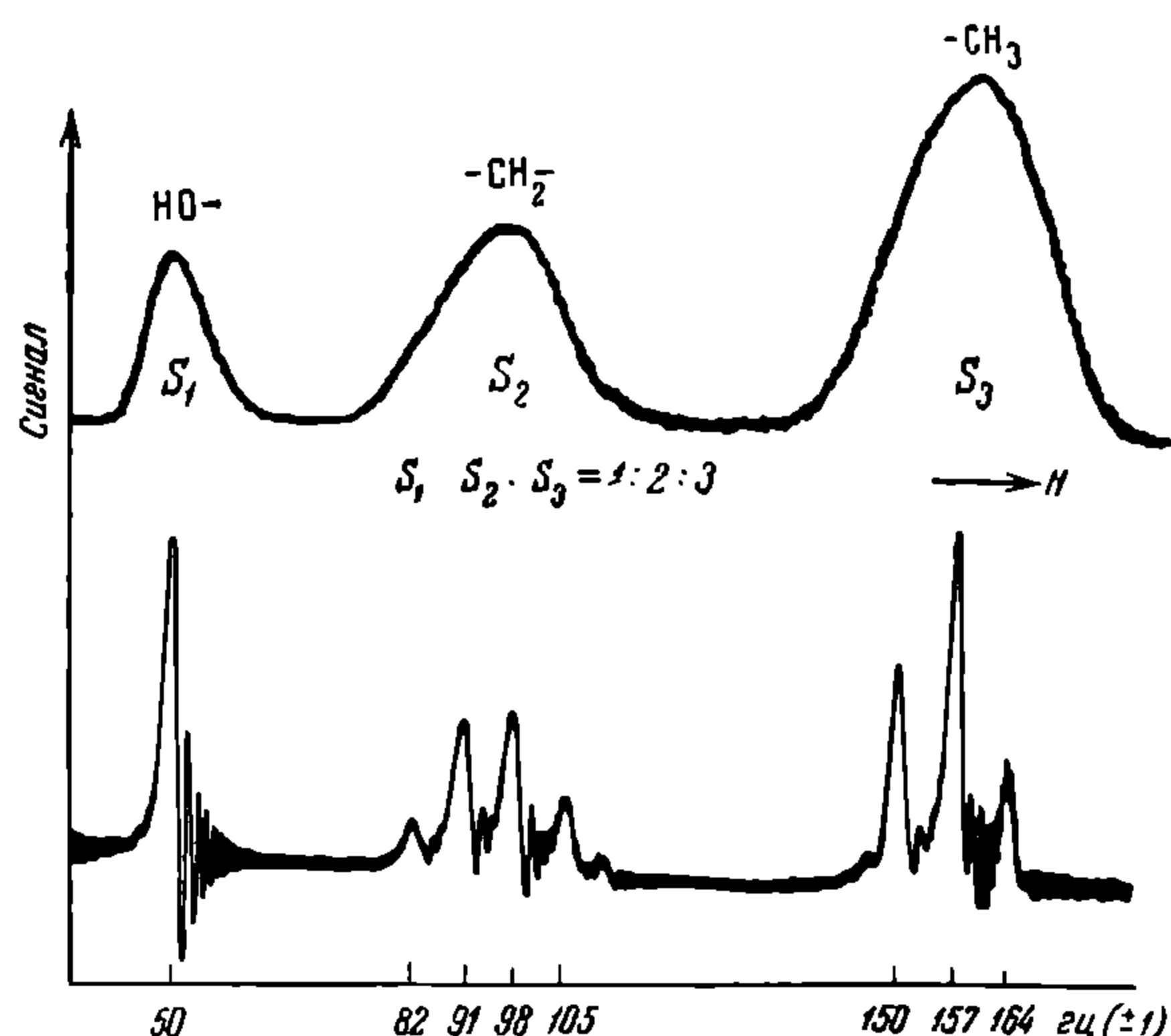


Рис. 4. Осциллограммы спектров магнитного резонанса протонов этилового спирта $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ при $H_0 = 5730$ эрстед ($\nu_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = 24,458$ мГц). Вверху — линии химического сдвига, полученные с неподвижным образцом: внизу — те же линии с вращающимся образцом (усиление убавлено)

ного поля должен быть не меньше $2 \cdot 10^{-6}$ по объему образца.

Возможно дальнейшее улучшение однородности магнитного поля. Чтобы понять, как это делается, проанализируем факторы, определяющие ширину линии ЯМР. Если бы при наложении совершенно однородного магнитного поля H_0 величина расщепления уровня всех ядер данного сорта была абсолютно одинаковой, то мы получили бы бесконечно узкие пики ЯМР. В действительности уровни данных ядер, входящих в состав разных молекул, расщепляются различно. Дело в том, что данное ядро подвергается действию не только внешнего поля, но и внутреннего, создаваемого магнитными дипольными моментами соседних ядер. Если одно из соседних ядер находится, например, на расстоянии 1 Å, то величина создаваемого им поля будет около 10 эрстед (протоны). Следовательно, различные ядра в образце находятся не в одном и том же однородном поле, а испытывают действие различных полей, напряженность которых лежит в интервале примерно ± 10 эрстед. Соответственно этому произойдет разброс расстояний между подуровнями (см. рис. 2 и 3), что приведет к сильному уширению спектральной линии.

Однако эти рассуждения справедливы

лишь в случае, если ядра сохраняют свои положения по отношению друг к другу и к внешнему полю, как это имеет место в твердых телах. Так как внутренний химический сдвиг для протонов в магнитном поле 10 тыс. эрстед не превышает 0,08 эрстеда, то в твердых телах обычным способом невозможно наблюдать линии химического сдвига.

В газах и жидкостях молекулы совершают быстрые хаотические перемещения и вращения, поэтому магнитное поле в данной точке сильно усредняется, и линия ЯМР становится много уже. Вследствие этого так называемая естественная ширина линий протонного резонанса не превышает 0,001 эрстеда и определяется собственным временем поперечной (спин-спиновой) релаксации¹ T_2 . Эта ширина иногда много меньше того уширения линии ЯМР, которое вносится неоднородностью внешнего магнитного поля. Для дальнейшего уменьшения ширины линии образец вращают при помощи воздушной турбинки, что создает усреднение неоднородности поля в направлении, перпендикулярном оси вращения. Этот эффект аналогичен усреднению внутреннего поля в данной точке хаотическим движением. Как видно из осциллограммы (см. рис. 4, внизу), вращение образца действительно приводит к сильному усреднению неоднородности внешнего поля, и линии становятся более узкими. При этом возникают новые детали на линиях химического сдвига. Такое дополнительное расщепление называют тонкой структурой линий химического сдвига.

Тонкая структура линии ЯМР, как и химический сдвиг, содержит огромную информацию о химическом строении молекулы, о пространственном расположении атомов внутри молекулы, о межмолекулярных взаимодействиях и т. д.

СПИН-СПИНОВОЕ РАСЩЕПЛЕНИЕ

Чем вызвана тонкая структура линий химического сдвига? Не являются ли три пика полосы поглощения метильных протонов новыми линиями химического сдвига? Наблюдение спектра ПМР этилового спирта при различных напряженностях внешнего магнитного поля показывает, что расстоя-

¹ Время релаксации, т. е. время, за которое макроскопические величины, характеризующие состояние системы, приближаются к своим равновесным значениям.

ния между отдельными линиями тонкой структуры в каждой полосе не меняются. Следовательно, тонкая структура — не химический сдвиг. Расстояние же между полосами поглощения гидроксильных (ОН), метиленовых (CH₂) и метильных (CH₃) протонов линейно зависит от поля.

Не зависящая от поля тонкая структура возникает из-за взаимодействия между магнитными моментами ядер водорода различных групп. Как это происходит, показывает рис. 5. Два протона метиленовой группы в каждой отдельной молекуле могут иметь одну из четырех возможных комбинаций значений магнитных квантовых чисел. Каждая такая комбинация ядерных магнитных моментов создает определенное внутримолекулярное магнитное поле. Так как спин протона равен $1/2$, то легко понять, что из общего числа молекул $1/4$ доля будет иметь суммарный спин метиленовых протонов $+1$; $1/4$ доля — суммарный спин -1 и в $2/4$ долях молекул спины взаимно компенсируют друг друга. В молекулах последнего сорта дополнительное внутреннее поле не создается, поэтому положение резонансной линии метильных протонов не меняется. Так как число таких молекул в два раза больше числа молекул с суммарным спином $+1$ или -1 , то интенсивность центрального метильного пика должна быть в два раза больше. Метильные протоны тех молекул, в которых метиленовые протоны имеют суммарный спин $+1$, вступают в резонанс при меньшей напряженности внешнего поля. В остальной доле молекул, когда суммарный спин равен -1 , резонанс метильных протонов наступает при большей напряженности поля, чем несмещенного пика. Относительная интенсивность этих пиков будет в два раза меньше интенсивности центрального пика.

Рассуждая аналогично в отношении положения резонанса метиленовых протонов в присутствии протонов метила, можно ожидать появления в спектре четырех линий с отношением интенсивностей $1 : 3 : 3 : 1$. Это предсказание блестяще подтверждается на опыте. Дополнительное расщепление метиленовых пиков, видимое на рис. 5, объясняется влиянием гидроксильного протона.

Возникает вопрос: почему внутримолекулярное поле не усредняется до нуля из-за хаотических ориентаций молекул, как это происходит для межмолекулярного поля в данной точке. Дело в том, что наблюдаемое

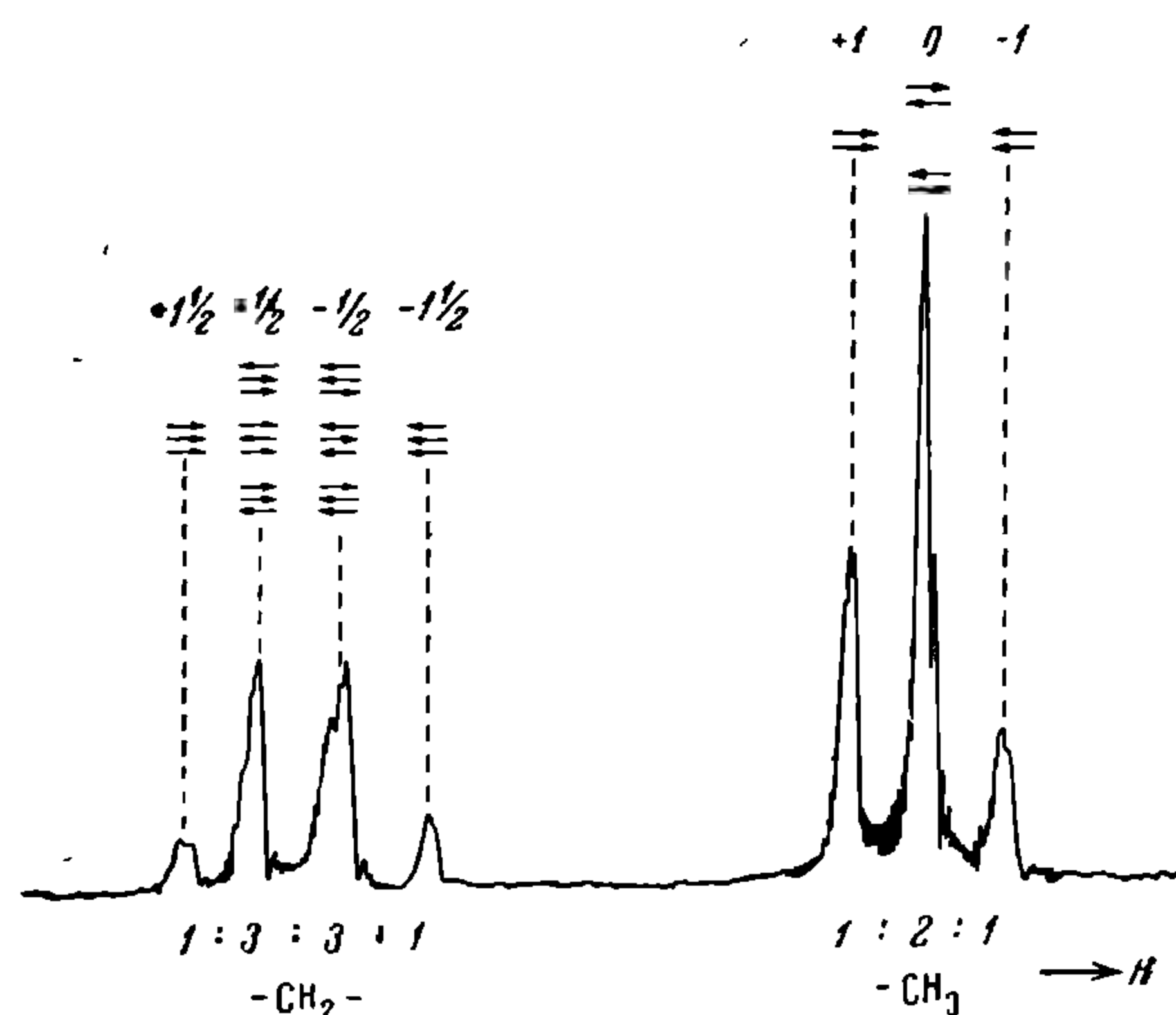


Рис. 5. Возможные ориентации ядерных спинов протонов этоксиальной группы (CH₃CH₂O —), ожидаемые тонкие расщепления и наблюдаемый спектр протонного магнитного резонанса

тонкое расщепление есть результат непрямого магнитного взаимодействия, передаваемого через химическую связь, т. е. посредством спинов валентных электронов. Это взаимодействие зависит от магнитной поляризуемости химической связи и не усредняется до нуля при хаотических изменениях ориентации молекулы. Расстояние между пиками тонкой структуры измеряется в герцах и называется константой непрямого спин-спинового взаимодействия.

КАК НАБЛЮДАЮТ СИГНАЛЫ ЯМР ?

Чтобы обнаружить сигналы ЯМР ампулку с образцом помещают в сильное внешнее магнитное поле H_0 с напряженностью до 10 тыс. эрстед или выше. Чтобы вызвать квантовые переходы между магнитными подуровнями, на образец еще накладывают перпендикулярное этому полю переменное магнитное поле радиочастоты. Число переходов, индуцируемых переменным полем с верхнего подуровня на нижний, равно числу переходов с нижнего на верхний подуровень. Поэтому, если бы населенности ядер на подуровнях были одинаковы, то не наблюдалось бы поглощения или эмиссии радиочастотной радиации. Однако равновесное распределение населенностей на уровнях не одинаково и подчиняется Больцмановской статистике. Подсчет показывает, что при комнатной температуре и при наложении на образец

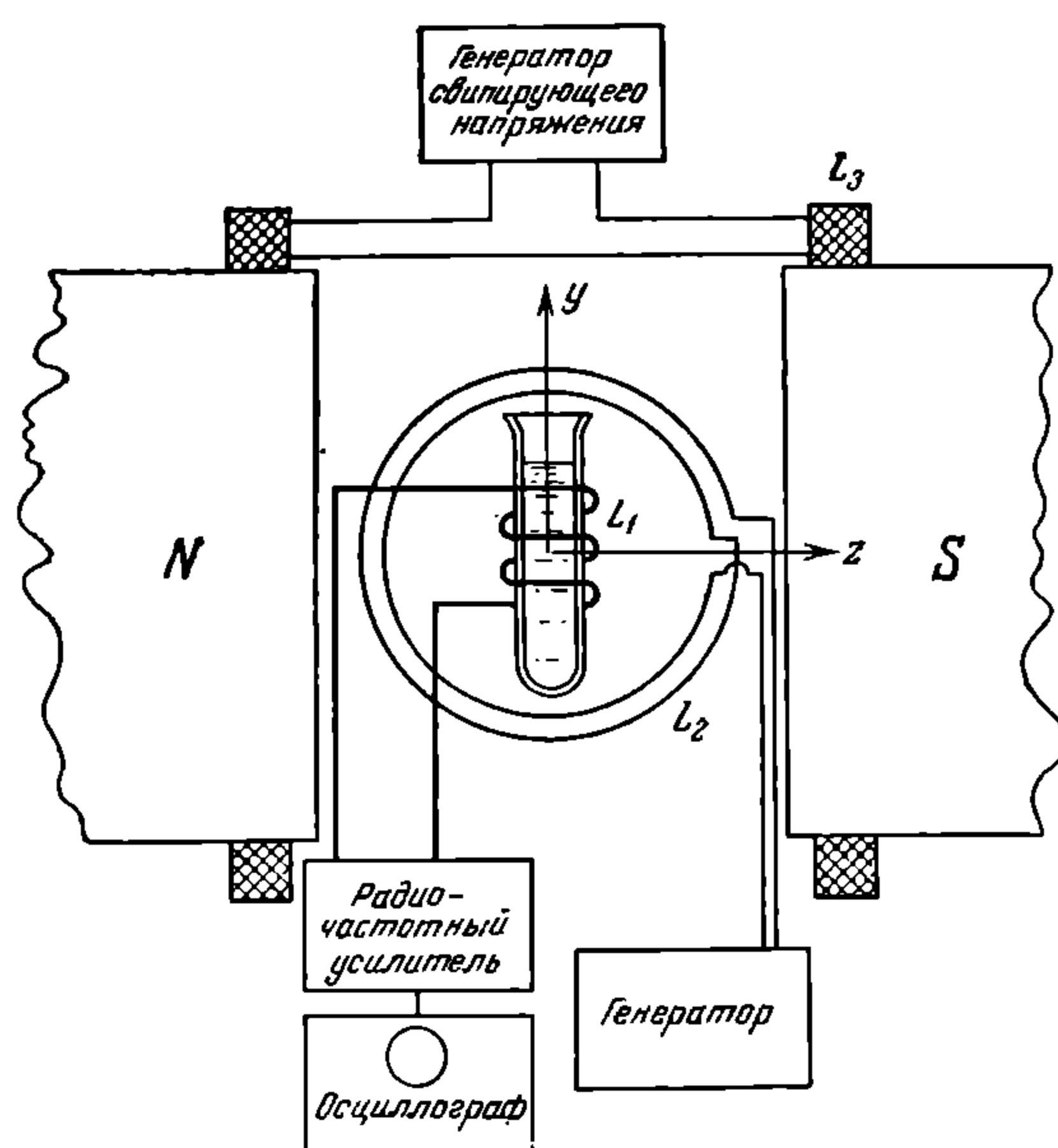


Рис. 6. Расположение магнитного поля H_0 , «передающей» L_2 и «приемной» L_1 катушек

магнитного поля в 6 тыс. эрстед, из каждых 2 млн. протонов образца участвуют в поглощении лишь четыре протона. Это накладывает весьма высокие требования на качество усиления сигналов ЯМР, так как в высокоразрешающей ЯМР-спектроскопии приходится иметь дело обычно с относительно малыми эффективными количествами вещества. Кроме того, часто приходится применять разбавление. И только благодаря тому, что время поперечной релаксации T_2 в органических соединениях велико, можно получить в жидких и газообразных образцах при условии высокой однородности магнитного поля H_0 достаточно узкие и интенсивные сигналы.

Переменное магнитное поле, как правило, создается катушкой индуктивности. Эта катушка представляет собой либо элемент радиочастотной мостовой схемы, либо входит в состав системы «скрещенных» катушек Блоха. В большинстве ЯМР-спектрометров применяется вторая система, поэтому рассмотрим ее подробнее.

В системе «скрещенных» катушек радиочастотное поле создается катушкой L_2 (рис. 6). Ее называют «передающей». Образец помещают в так называемую приемную катушку L_1 , ось которой по возможности располагают перпендикулярно к оси катушки L_2 . Благодаря такому расположению

катушек, остаточная Э.Д.С., наводимая в приемной катушке из передающей, оказывается минимальной. В момент, когда возникает магнитный резонанс ядер, резко изменяется намагниченность образца, что приводит к амплитудной модуляции остаточного сигнала в приемной катушке. Сигнал с приемной катушки поступает на вход радиочастотного усилителя и после усиления и детектирования подается на вход электронного осциллографа или самопишущего потенциометра.

Для получения спектра ЯМР нужно вблизи резонансного значения медленно и линейно изменять частоту генератора или величину магнитного поля. Технически более просто изменять магнитное поле. Для этого пилообразное напряжение подают на вспомогательную катушку L_3 . При помощи этого устройства изменяют поле вблизи резонанса. Это же напряжение используют для горизонтальной развертки электронного луча катодного осциллографа. Таким путем получают сигналы, представляющие собой зависимость поглощенной энергии W от напряженности постоянного магнитного поля H_0 .

Постоянное магнитное поле H_0 может быть создано либо постоянным магнитом, либо электромагнитом. Последние имеют то преимущество, что при их помощи легче получить магнитное поле высокой напряженности. Как уже говорилось, чем выше магнитное поле, тем больше химический сдвиг. Кроме того, интенсивность сигнала ЯМР пропорциональна квадрату резонансной частоты. Поэтому предпочтительнее работать при высоких напряжениях магнитного поля. В некоторых современных ЯМР-спектрометрах используются высокооднородные магнитные поля с напряженностью до 18 тыс. эрстед. С другой стороны, в ЯМР-спектрометрах с постоянным магнитом нет сложных и дорогостоящих высокостабильных источников питания и они более просты в эксплуатации (рис. 7).

Современные высокоразрешающие ЯМР-спектрометры представляют собой прецизионные и сложные электронные приборы, эксплуатация которых возможна лишь квалифицированным персоналом. Однако в последнее время за рубежом начали выпускать более простые полуавтоматические ЯМР-спектрометры высокого разрешения.

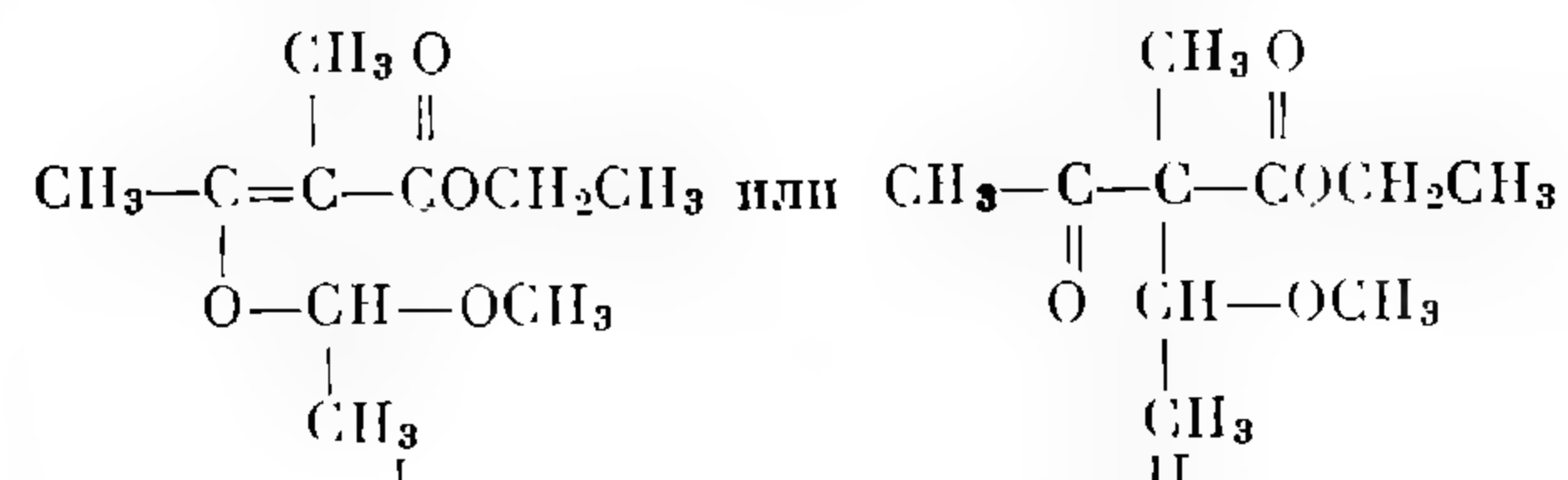
Теоретически избыток населенности на нижнем подуровне линейно зависит от магнитного момента ядер μ . С другой стороны

вероятность переходов пропорциональна μ^2 . Следовательно, интенсивность сигналов ЯМР при данном поле должна быть пропорциональна μ^3 . Поэтому для получения сильных сигналов желательно изучать ядра с большим значением магнитного момента. Как правило, большинство исследований методом ЯМР-спектроскопии производится с резонансом ядер водорода или фтора, имеющих наибольшие значения μ . Кроме того, в значительном числе органических соединений всегда есть атомы водорода. Поэтому в последующем мы будем иллюстрировать изложение в основном примерами из протонного магнитного резонанса.

СПЕКТРЫ ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА И СТРУКТУРА МОЛЕКУЛ

Как известно, структурная формула в большинстве случаев устанавливается с учетом метода и условий синтеза соединения с привлечением результатов элементарного анализа или на основании изучения продуктов расщепления молекулы. Таким путем

приходят либо к вполне определенной формуле химического строения, либо к нескольким вероятным. ЯМР-спектроскопия, как и другие физические методы, привлекаются в этих случаях для подтверждения однозначного решения или выбора из нескольких возможных структурных формул правильной. В качестве одного из таких примеров рассмотрим продукт взаимодействия метилацетоуксусного эфира с α -хлорэтилметилловым эфиром. Для этого продукта возможна одна из следующих двух формул:



На спектре протонного магнитного резонанса этого продукта (рис. 8) положения пиков вдоль горизонтальной оси выражены в миллионных долях приложенного поля H_0 , которые сокращенно обозначены как

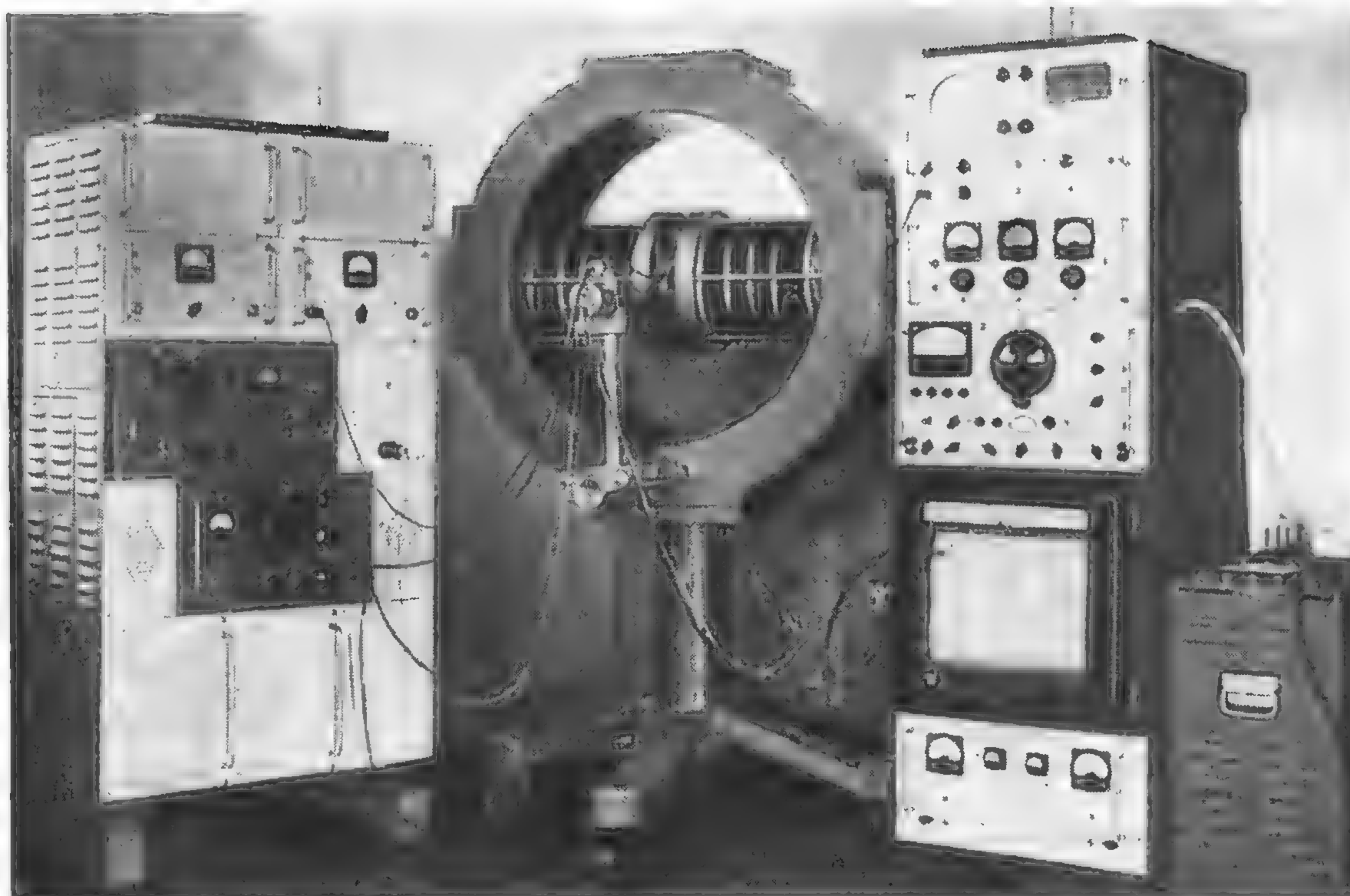


Рис. 7. Общий вид лабораторного ЯМР-спектрометра с постоянным магнитом с резонансной частотой для протонов $\nu_0 = 27,4 \text{ мГц}$

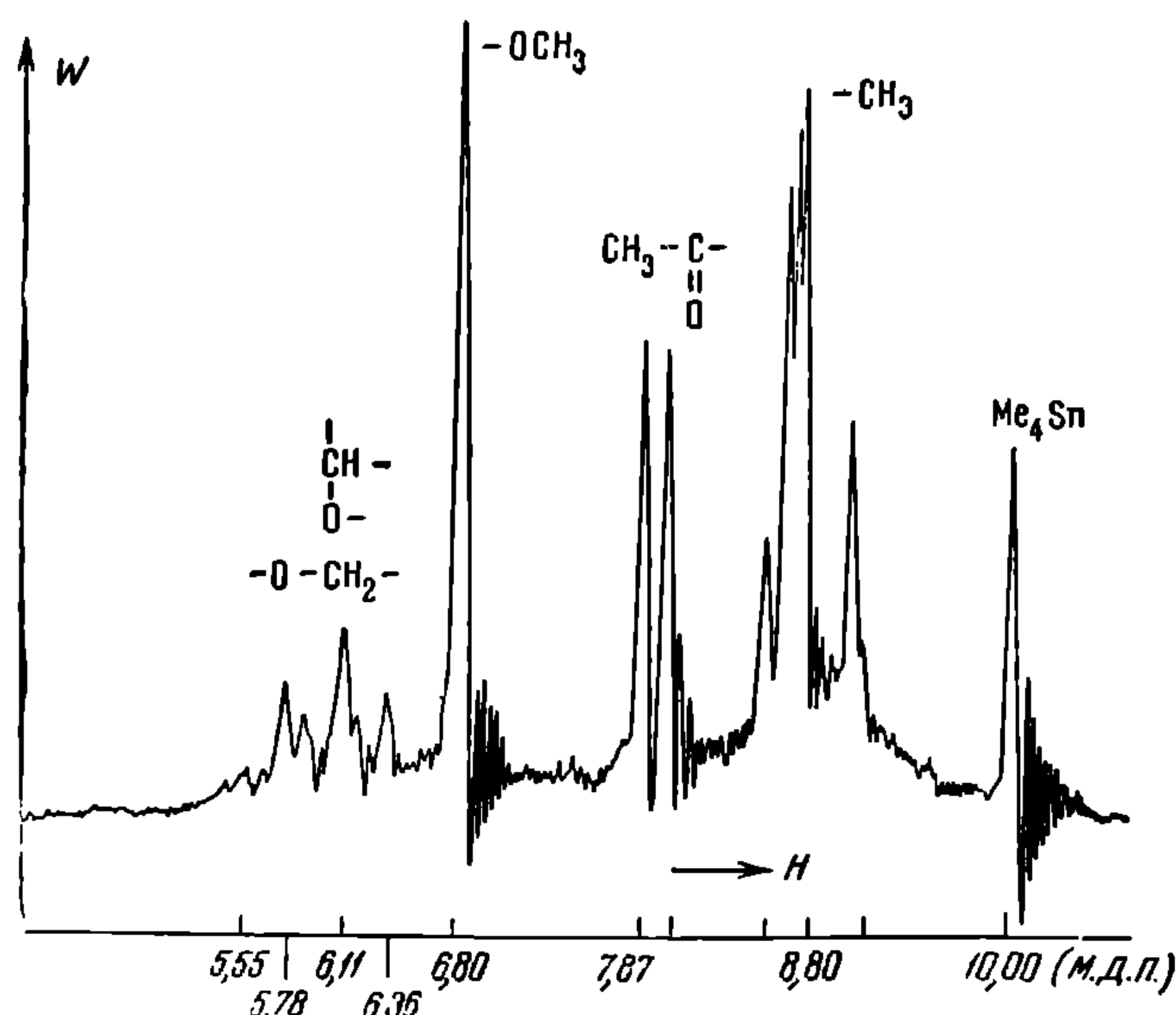
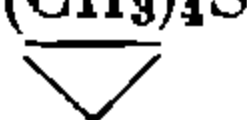
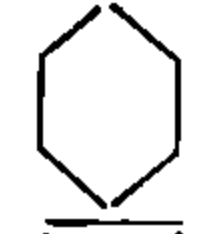
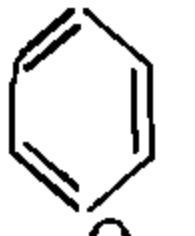


Рис. 8. Спектр протонного магнитного резонанса метил α -метоксиэтилацетоуксусного эфира при $\nu_0 = 24,458$ мГц

м. д. п. Положение пика протонов тетраметилстаннана $(\text{CH}_3)_4\text{Sn}$, добавленного в образец в качестве внутреннего стандарта, условно принято равным 10,00 м. д. п. Изучение ПМР-спектров 1,3-диоксоланов показывает, что водороды типа $-\text{O}-\text{CH}-\text{O}-$ имеют химический сдвиг $\tau = 5,26$ м. д. п. Такой полосы на спектре нет. Следовательно, для этого продукта справедлива структурная

Типичные химические сдвиги протонов, в м. д. п.; $(\text{CH}_3)_4\text{Si}$ — внутренний стандарт

$(\text{CH}_3)_4\text{Si}$	10,00	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$	7,93
	9,78	$\text{H}-\text{C}\equiv$	7,65
$\text{CH}_3-\text{C}-$	9,10	$\text{CH}_3\text{O}-$	6,75
$-\text{CH}_2-$	8,75	$\text{CH}_2=\text{C}<$	4,40÷5,00
	8,56	$\text{H}-\text{O}-\text{R}$	4,60 ¹
	8,49		2,84
$\text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}_2$	8,20	$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}$	0,35

¹ Положение пика гидроксильного водорода сильно зависит от водородной связи и скорости водородного обмена.

формула II. Анализ положения и характера остальных пиков и измерение их интенсивностей подтверждает этот вывод.

Благодаря химическому сдвигу происходит четкое разделение резонансных пиков ядер химически неэквивалентных атомов в молекуле, что позволяет делать заключения о присутствии тех или иных функциональных групп. Анализ спин-спиновой мультиплетности линий химического сдвига и определение величины константы J дает информацию о взаимном расположении функциональных групп. В настоящее время химические сдвиги функциональных групп, входящих в состав молекул различных классов органических соединений, измерены и проанализированы, составлены каталоги ЯМР-спектров. Некоторые из этих данных приведены в таблице.

СПЕКТРЫ МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА ПРОТОНОВ И СТЕРЕОХИМИЯ МОЛЕКУЛ

В ряде случаев некоторые линии в ПМР-спектре аномально экранированы под влиянием далеко отстоящих атомов и групп атомов. Это влияние передается не через химическую связь, а пространственно. Например, наблюдаемое большее экранирование определенных метиленовых групп в 1,4-полиметилбензоле, различная величина химического сдвига протонов в одной и той же метиленовой группе в циклических и ациклических соединениях и другие примеры указывают на пространственные эффекты, проявляющиеся на больших расстояниях. Эти эффекты в основном сводятся к изменению плотности электронного облака вокруг протонов под влиянием электрического поля полярных групп в молекуле и магнитной анизотропии химических связей и групп атомов. Все эти влияния несколько изменяют типичные значения химических сдвигов, приведенных в таблице.

Анализ таких аномалий позволяет в ряде случаев определить пространственное расположение атомов в молекуле. Так, из ПМР-спектра фенилгидразона ацетона (рис. 9) видно, что метильные радикалы кетонного остатка дают два пика, хотя с точки зрения химической структуры они должны быть эквивалентны. Наличие двух пиков указывает, что они не эквивалентны. Здесь сказалось влияние ароматического кольца молекулы. При помещении образца в магнитное поле электроны ароматических колец так

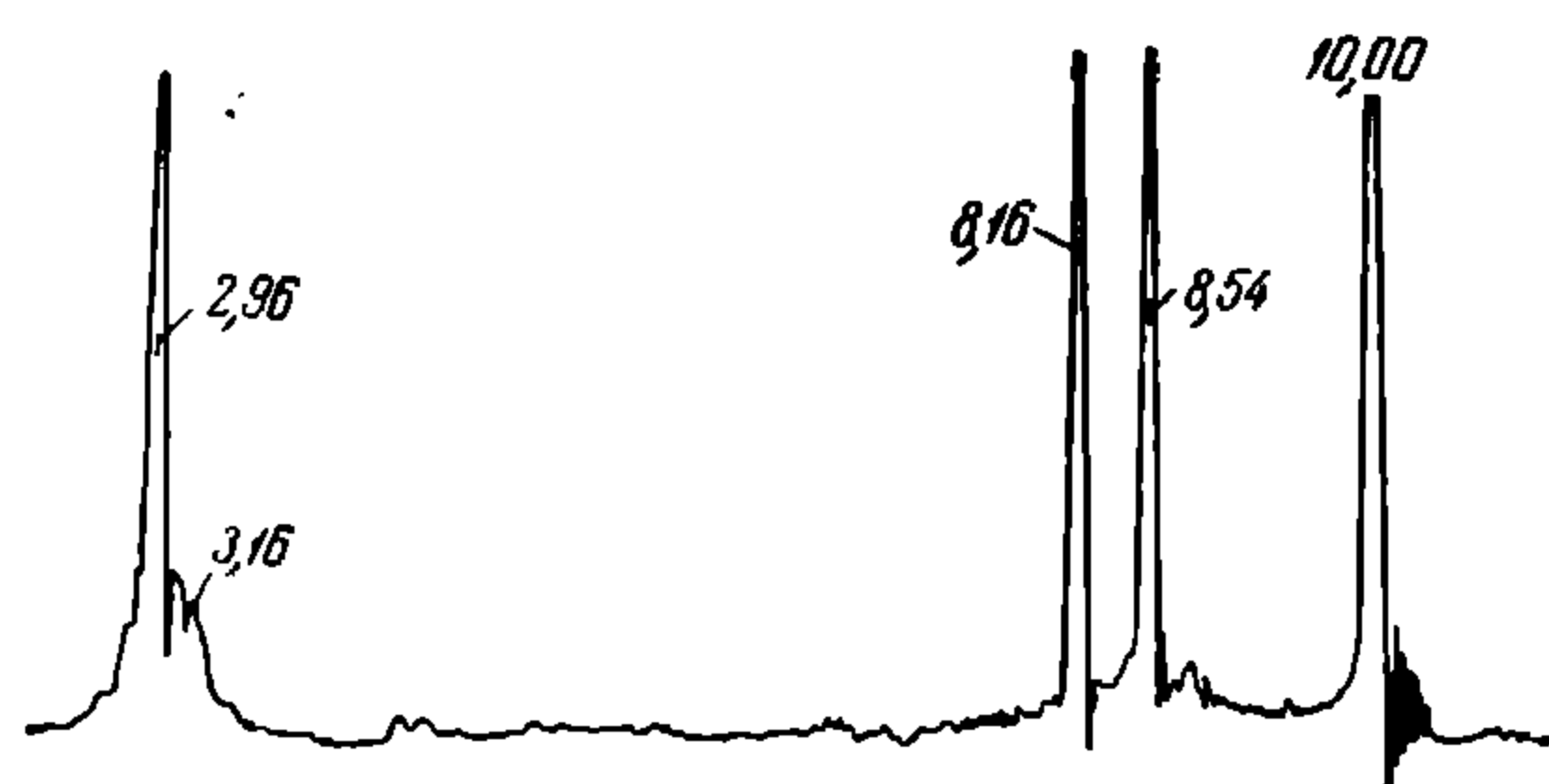


Рис. 9. Спектр протонного резонанса фенилгидразона ацетона при $\nu_0 = 24,458$ мГц

изменяют свое движение, что возникает неоднородное внутримолекулярное магнитное поле. Если из-за пространственного расположения атомов молекулы метилы близко подходят к области над кольцом, то внутримолекулярное поле изменит типичный химический сдвиг группы $\text{CH}_3 - \text{C} =$ ($\tau = 8,20$ м. д. п.) в диамагнитную сторону. Действительно, химические сдвиги метильных линий фенилгидразона ацетона выше значения $8,20$ м. д. п. и равны $8,36$ и $8,54$ м. д. п. Количественный анализ этого эффекта показывает, что атомы молекулы так расположены в пространстве, что плоскость, в которой лежат связи $= \text{N} - \text{N} - \text{C}$, пересекает плоскость бензольного кольца под углом 78° .

Аналогично бензольному кольцу действует эпоксидное кольцо $\text{C} \begin{smallmatrix} \text{O} \\ \diagup \diagdown \end{smallmatrix} \text{C}$. На рис. 10, а приведен ПМР-спектр окиси Δ^3 -карена. Здесь три острых пика с химическими сдвигами $8,90$; $9,15$ и $9,35$ м. д. п. принадлежат метильным протонам. К типичному значению химического сдвига близок пик с $9,15$ м. д. п., который можно приписать одному из метилов гемдиметильной группировки. Пик с $8,90$ м. д. п. относится к метилу при окисном кольце. Пик с аномально высоким значением химического сдвига ($9,35$ м. д. п.) относится к другому метилу гемдиметильной группировки. Здесь проявилось диамагнитное влияние эпоксидного кольца. Очевидно, если бы у эпоксидного кольца была другая ориентация, то протоны двух метилов гемдиметильной группировки имели бы примерно одинаковый химический сдвиг и давали бы один пик протонного резонанса. Действительно, ПМР-спектры другого стереоизомера, в котором окисное кольцо находится в транс-положении к циклопропановому кольцу, доказы-

вает справедливость такого заключения (рис. 10, б).

ИЗУЧЕНИЕ КОНФОРМАЦИОННЫХ ПЕРЕХОДОВ

Известно, что при соблюдении тетраэдрических валентных углов углерода для молекулы циклогексана C_6H_{12} возможны две конформации — «кресло» и «ванна» (рис. 11). Так как энергетически более выгодна конформация «кресла», то молеку-

лы циклогексана «предпочитают» эту форму. Если представить себе «кресло» жестким, то водороды кольца можно будет подразделить на экваториальные H_e и аксиальные H_a . Теоретические расчеты показывают, что химическая неэквивалентность аксиальных и экваториальных протонов равна $0,4$ м. д. п. Действительно, в ПМР-спектре циклогексана при температуре около -130°C , когда молекулы сохраняют свою жесткость, отдельно наблюдаются пики экваториальных и аксиальных протонов. При более высоких температурах молекулы циклогексана быстро меняют свою конфигурацию из одной формы «кресла» в другую. При этом аксиальный водород становится экваториальным, и наоборот. В результате происходит усреднение сдвигов H_a и H_e , и в спектре ПМР наблюдается одна узкая линия. В этом случае ЯМР-спектрометр ста-

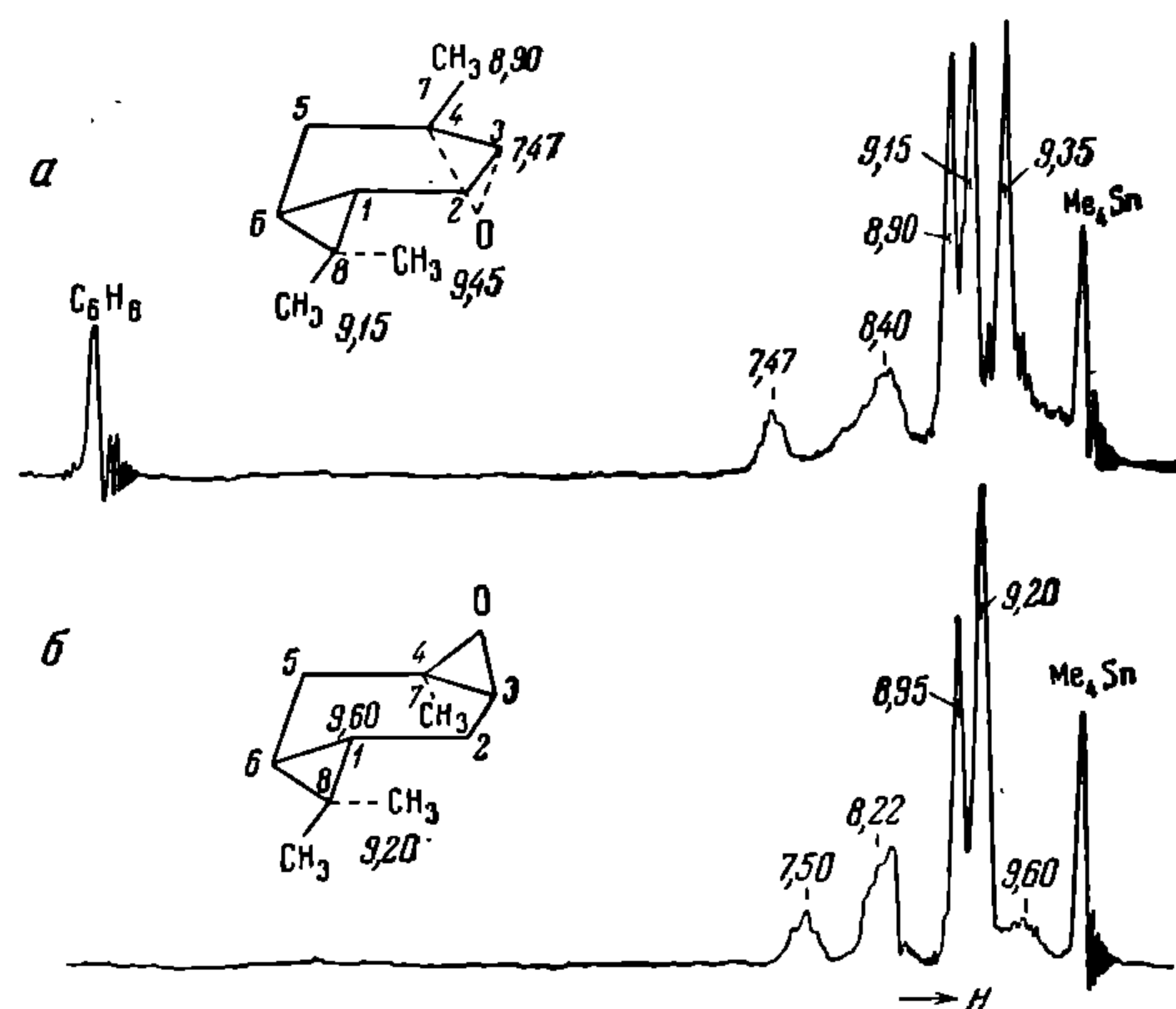


Рис. 10. Спектры протонного резонанса двух стереоизомеров окиси Δ^3 -карена

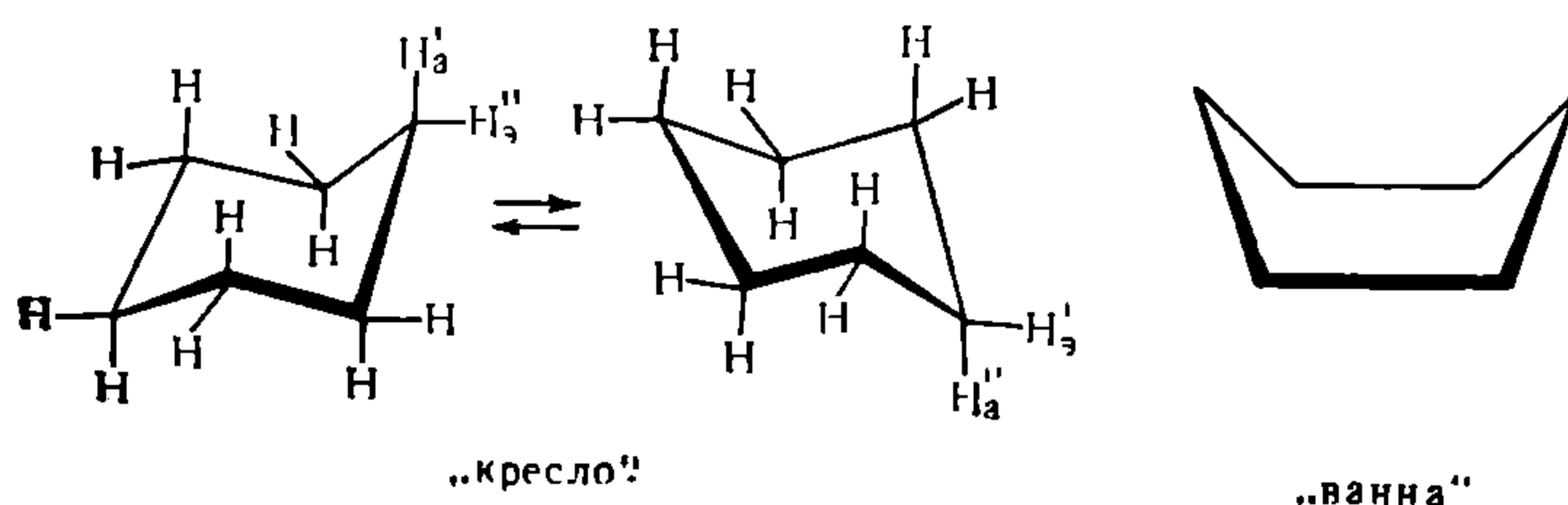


Рис. 11. Конформационные формы молекул циклогексана

новится подобным фотоаппарату с весьма большой экспозицией, который регистрирует среднее состояние молекул за относительно большой период времени.

Аналогичное явление можно наблюдать по спектрам ядер фтора в 1,1-дифторциклогексане (рис. 12). При температуре $+35^\circ\text{C}$ резонанс ядер фтора приводит к одной линии, расщепленной на пять пиков, из-за спин-спинового взаимодействия с четырьмя соседними протонами. Эта картина соответствует быстрым конформационным переходам типа «кресло-кресло». При -40°C резонансная линия уширяется, а при -110°C возникают дублет экваториального и дублет аксиального фтора. Таким образом, при температуре -110°C креслообразная конфигурация молекулы «заморожена», благодаря чему проявляется экваториальная и аксиальная неэквивалентность фтора. Эти опыты позволяют определять энергию активации для перехода молекулы из одной конфигурации в другую.

Кроме указанных явлений, ЯМР-спектроскопия позволяет выяснить, как замещение атомов водорода в молекуле на другие груп-

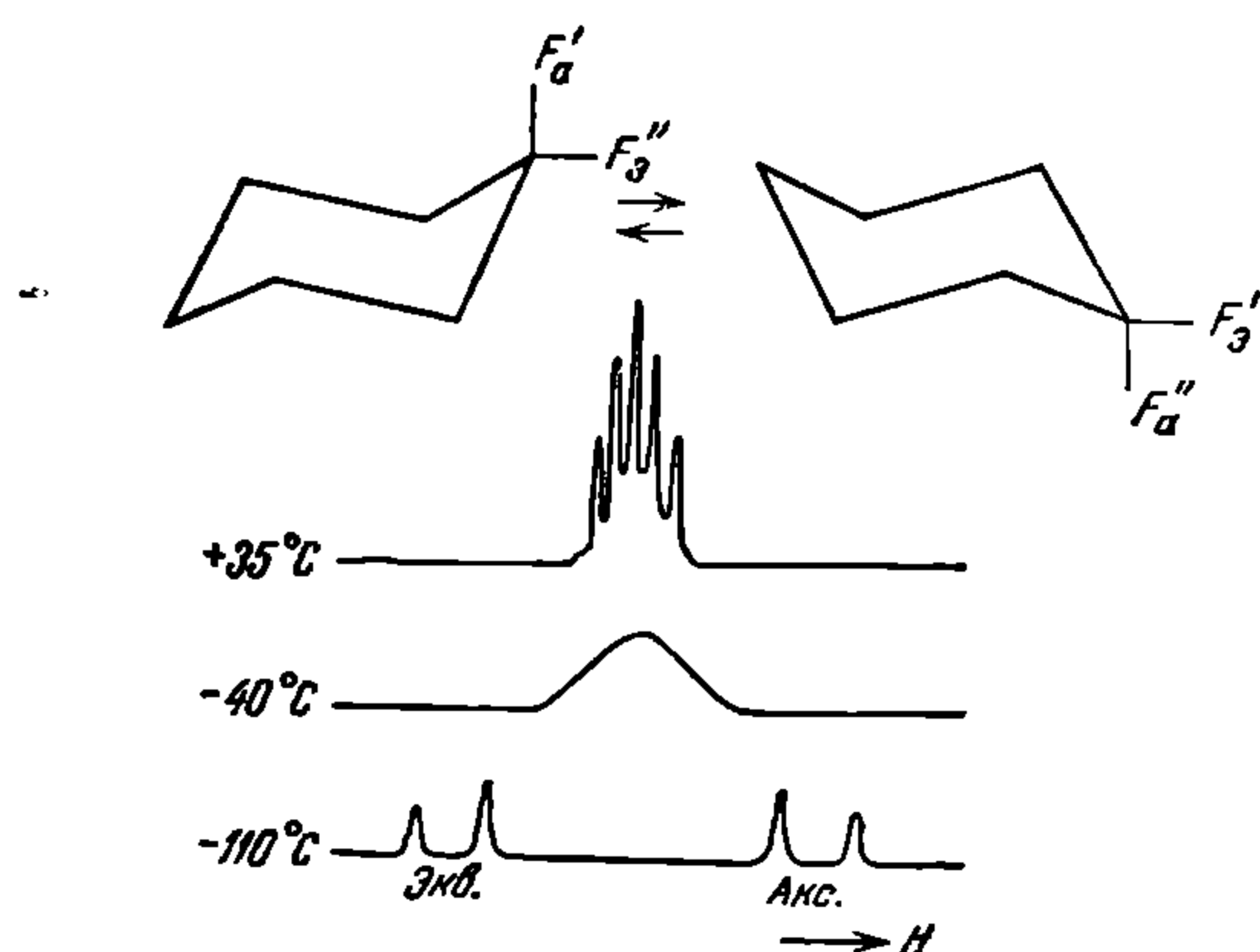


Рис. 12. Температурная зависимость резонансных линий ядер фтора в 1,1-дифторциклогексане

пы влияет на скорость инверсии. На рис. 13, а приведен спектр протонного резонанса 1,3-диоксана. Здесь два водорода группы $(\text{O})-\text{CH}_2-(\text{O})$ при комнатной температуре дают один пик с 5,35 м. д. п. Это указывает на быструю инверсию молекул. Если один из водородов молекулы заместить метильным радикалом, то вместо одиночной линии протонов группы $(\text{O})-\text{CH}_2-(\text{O})$ в спектре ПМР 4-метил-1,3-диоксана наблюдается группа линий (рис. 13, б), что указывает на нарушение инверсии молекулы.

ЯМР-спектроскопию можно с успехом использовать и при изучении цис- и транс-изомерии. В качестве примера можно привести температурную зависимость спектра ЯМР в нитритах. При $+25^\circ\text{C}$ в спектре ПМР бензилнитрита (рис. 14) наблюдается лишь один пик метиленовых протонов. Между

тем анализ молекулы показывает, что здесь должна сильно сказываться полярность и диамагнитная анизотропия связи $\text{N}=\text{O}$ и в результате химические сдвиги метиленовых протонов цис- и транс-изомеров должны быть разными. Наличие лишь одного пика протонов группы CH_2 свидетельствует о быстрых переходах изомеров друг в друга. При

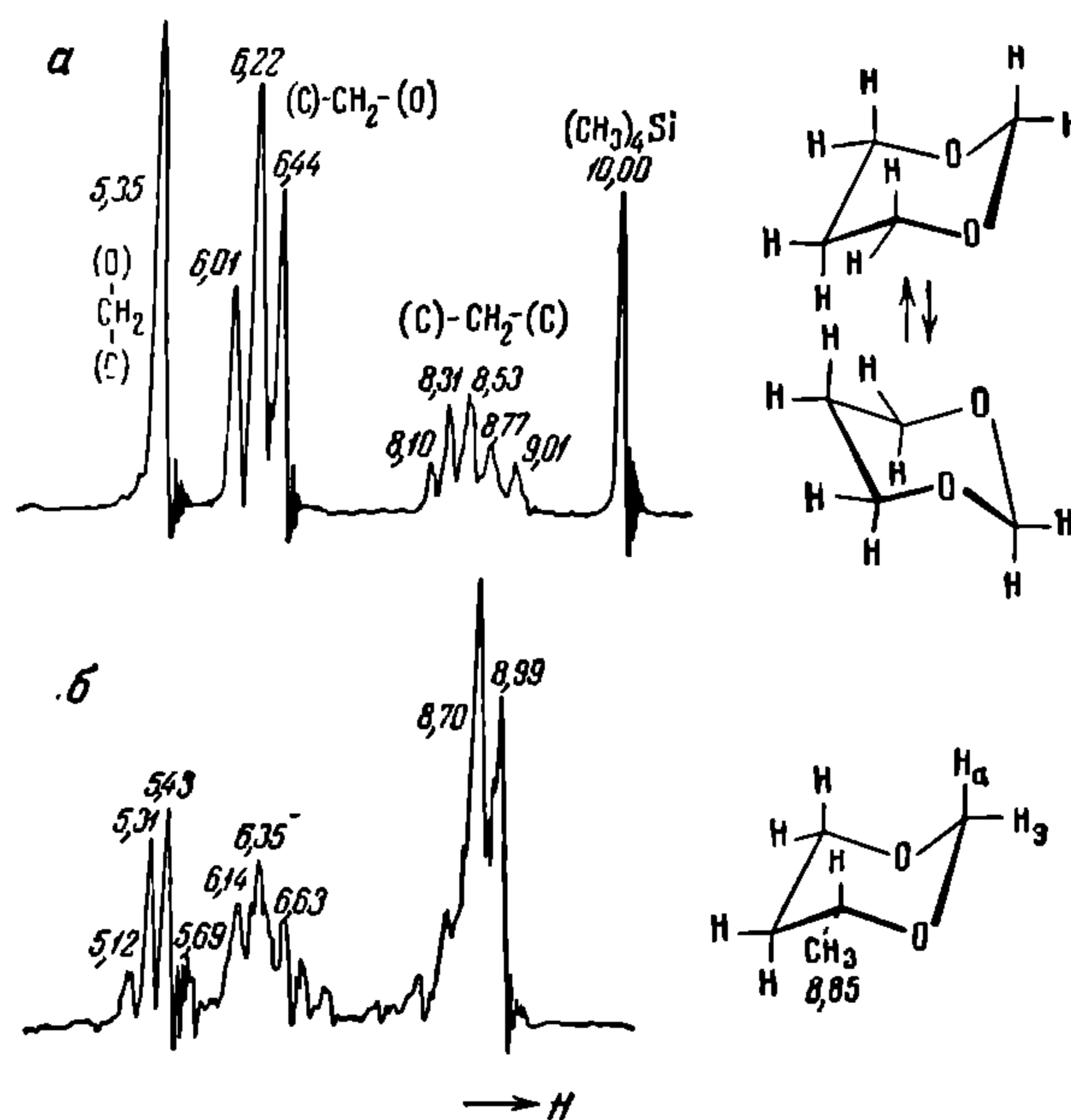


Рис. 13. Спектры протонного резонанса 1,3-диоксана и 4-метил-1,3-диоксана при комнатной температуре, $\nu_0 = 24,458 \text{ мГц}$

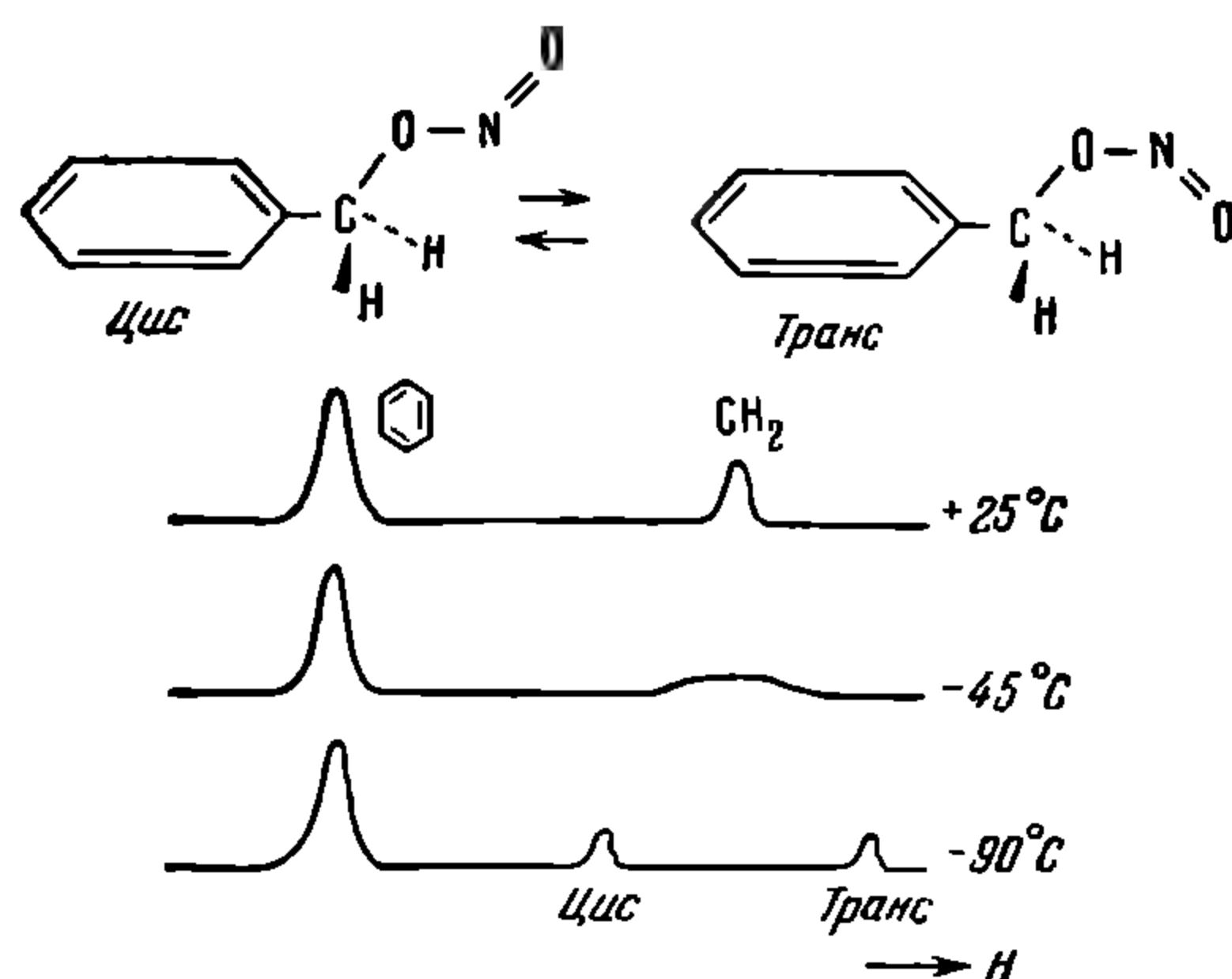


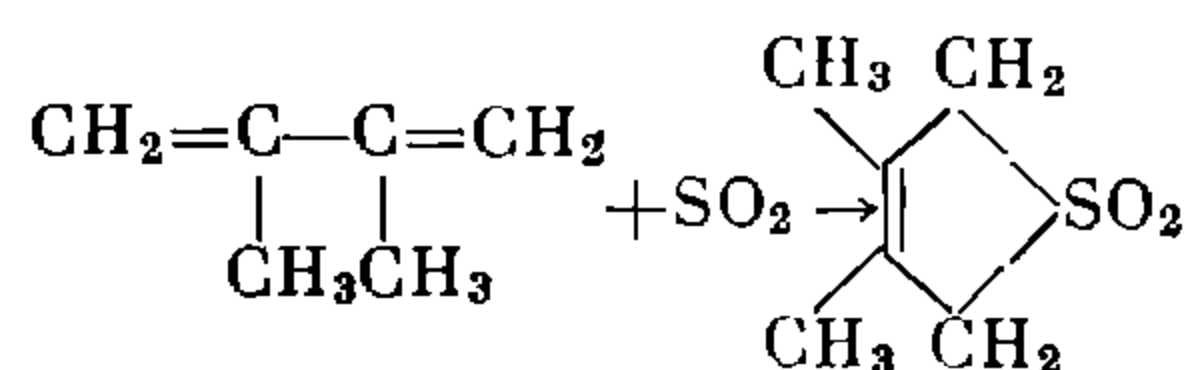
Рис. 14. Температурная зависимость спектра протонного магнитного резонанса бензилнитрита

понижении температуры скорость этих переходов снижается и при -45°C наблюдается уширение пика CH_2 . При температуре -90°C переходы прекращаются и в образце присутствуют в равной концентрации оба изомера.

ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС И КИНЕТИКА ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

ЯМР-спектроскопию можно с успехом использовать при изучении кинетики как медленных, так и быстрых реакций. В первом случае за меру скорости химического превращения можно избрать скорость изменения интенсивности подходящей линии спектра, во втором — положение линии.

Например, взаимодействие диметилбутадиена с двуокисью серы при комнатной

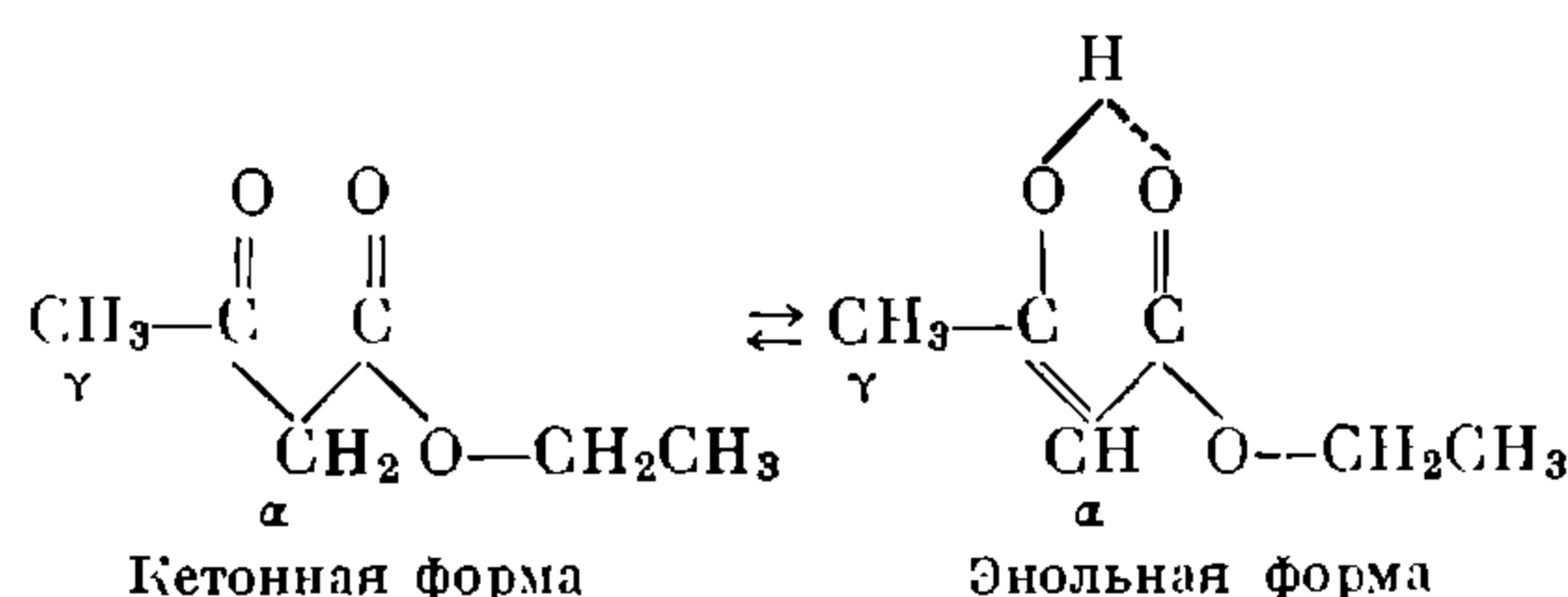


температуре протекает медленно, и реакция завершается примерно за 12 часов, что позволяет следить за кинетикой превращений, снимая спектры ПМР. Взаимодействие завершается образованием 3,4-диметилсульфола, в котором метиленовые протоны имеют химический сдвиг 6,44 м. д. п. В начале реакции этот пик отсутствует, но затем постепенно возникает. По изменению интенсивности этой линии можно, как показывает опыт, судить о скорости протекания реакции.

К числу быстрых реакций относится водо-

родный обмен в системе уксусная кислота — вода. Скорость этого обмена можно определить по положению линии гидроксила. Дело в том, что если бы не было обмена, то на спектре ПМР мы наблюдали бы отдельно пик карбоксильного протона и пик протонов воды. При быстром химическом обмене наблюдается одиночная линия протонов гидроксила. Ее положение соответствует протонам, находящимся в усредненном во времени окружении. Однако с понижением температуры можно добиться уменьшения обмена и тогда после некоторого расширения линии возникают разделенные линии протонов карбоксила и воды. Температура, при которой разделенные линии сливаются, соответствует среднему времени жизни протона в данном окружении перед обменом. Таким же путем можно изучать скорость водородного обмена в других системах, например, в смеси спирт — вода.

Аналогично протонному обмену изучается скорость превращений между кето- и энольной формами, например, ацетоуксусного эфира:



На рис. 15 приведен спектр ПМР этого эфира, записанный при температуре $+19^\circ\text{C}$.

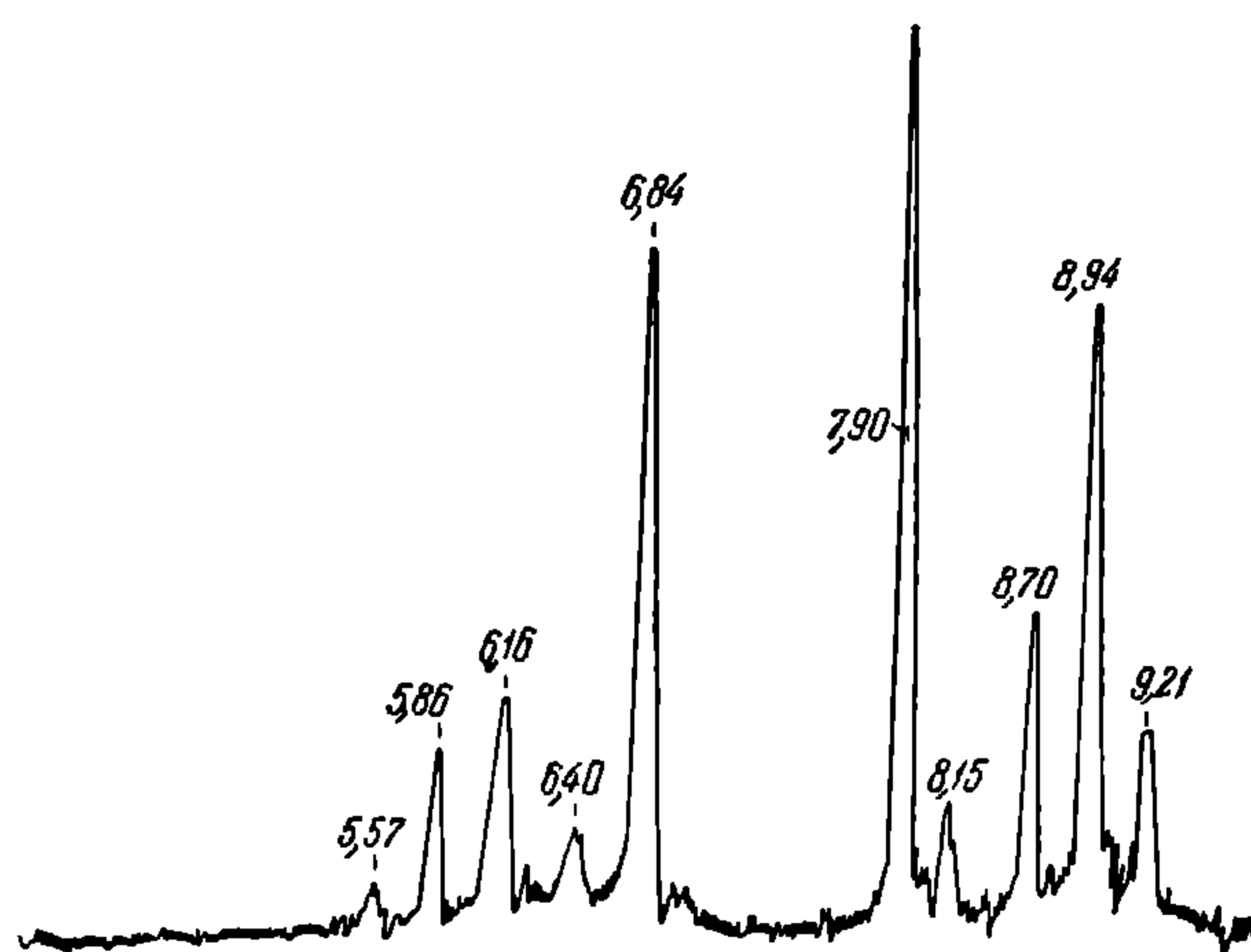


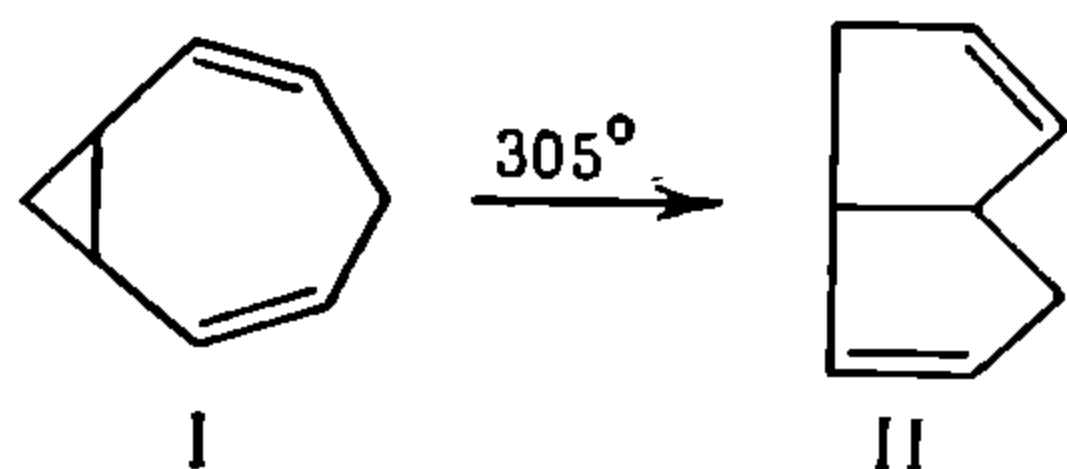
Рис. 15. Спектр протонного резонанса ацетоуксусного эфира при комнатной ($+19^\circ\text{C}$) температуре, $\nu_0 = 24,458 \text{ мГц}$

Здесь пик с 7,90 м. д. п. относится к γ -метилу ($\text{CH}_3 - \text{C} -$) кетонной формы, а пик

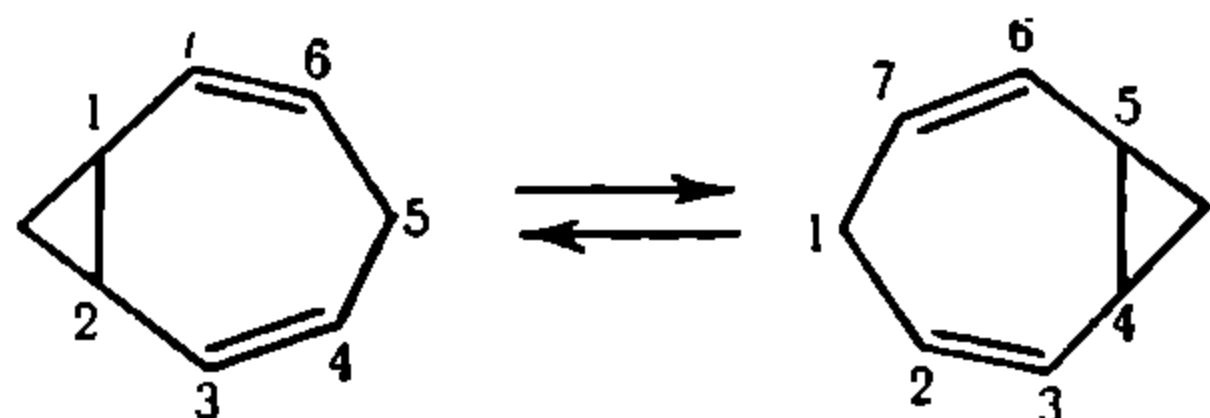


с малой интенсивностью при 8,15 м.д.п. — к γ -метилу энольной формы. Наличие разделенных линий для кето-и энольной форм показывает, что при температуре $+19^\circ\text{C}$ скорость взаимных превращений между кето- и энольной формами мала. Соотношение между интенсивностями пиков γ -метиллов соответствует примерно 10% энольной формы.

Одним из важных применений спектроскопии ЯМР служит изучение соединений с флюктуирующей структурой: соединение I (3,4-гомотропилиден) очень стабильно и только при 305°C переходит в II:



При низких температурах (-50°C) спектр ядерного магнитного резонанса соединений иной, нежели при высоких ($+180^\circ$), и указывает на обратимые превращения молекулы I, идущие с различной скоростью при различных температурах (перегруппировке Соре)



Интересно отметить, что инфракрасные спектры при этих температурах остаются без изменений.

Наконец, следует отметить еще одно интересное применение спектроскопии

ЯМР, связанное с исследованием межмолекулярных взаимодействий. Важнейшая из таких взаимодействий — водородная связь. Она представляет собой дополнительное межмолекулярное взаимодействие, возникающее между гидроксильным водородом одной молекулы и электроотрицательными атомами (F, N, O, S и Cl) другой молекулы. В спиртах и воде водородная связь приводит к ассоциации молекул. Было замечено, что положение линии протонного резонанса водорода, участвующего в водородной связи, сильно зависит от температуры и концентрации. Дело в том, что при изменении температуры и концентрации изменяется степень ассоциации, в результате чего изменяется резонансная частота. Этот эффект в настоящее время широко используется для изучения не только межмолекулярных, но и внутримолекулярных водородных связей. Оказалось, что в этих исследованиях метод ЯМР более эффективен, чем применявшийся до сих пор метод измерения сдвигов частот в инфракрасных спектрах.

* * *

Здесь рассказано лишь о небольшой части возможных применений спектроскопии ядерного магнитного резонанса в органической химии. Успехи ее сейчас, в самом начале использования ЯМР, огромны. «Электронное чудо» — ЯМР-спектроскопия высокого разрешения, родившееся в эпоху бурного научного и технического прогресса, в ближайшем будущем, безусловно, займет, наряду с другими физическими методами, почетное место в каждой химической лаборатории. Современная химия, призванная внести существенный вклад в развитие производительных сил общества, должна быть вооружена новейшими методами исследования природы.

УДК 538,27

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ, №7 ЖУРНАЛА «ПРИРОДА»

ДЕТОНАЦИЯ. Статья чл.-корр. АН СССР *К. И. Щелкина*

БЕЛКИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ. Статья акад. *А. В. Палладина*

ПРОДЛЕНИЕ ЖИЗНИ ПОЛИМЕРОВ. Статья проф. *М. Б. Неймана*

ЕСТЕСТВЕННЫЙ ПАРТЕНОГЕНЕЗ У ПОЗВОНОЧНЫХ. Статья *И. С. Даревского*

ЭВОЛЮЦИЯ ДОЗВЕЗДНОГО ВЕЩЕСТВА

Академик Я. Б. Зельдович

Выдающемуся советскому физико-теоретику Якову Борисовичу Зельдовичу в этом году исполнилось 50 лет. Выполненные им работы заняли почетное место в советской науке. В публикуемой статье популярно излагается содержание одной из его последних интереснейших теорий.

Советский ученый А. А. Фридман в 1922 — 1924 гг. в рамках строгого решения уравнений общей теории относительности получил картину развития Вселенной от некоторого начального момента t до настоящего времени. Существеннейшей особенностью найденного Фридманом решения было предсказание «нестационарности» Вселенной. И действительно, экспериментальными наблюдениями американского астронома Э. П. Хаббла в полном согласии с теорией обнаружено, что видимая часть Вселенной находится в стадии расширения, причем с удовлетворительной точностью удалось определить соответствующую этому расширению скорость далеких галактик в зависимости от их расстояния.

Далее, астрономическими наблюдениями установлено, что в большом масштабе распределение вещества приблизительно однородно и изотропно, т. е. в данной точке пространства равноценны все направления, а кроме того, равноценны все точки пространства. Можно полагать, что разбиение вещества на отдельные галактики и скопления галактик — результат эволюции мира, в котором первоначально имела место точная изотропия и однородность, хотя полная количественная теория такой эволюции еще не создана. В таком мире существовал момент, когда плотность вещества была бесконечна.

Вопрос, откуда возникло состояние бесконечной плотности, так же, как и вопрос о направлении дальнейшей эволюции Вселенной, при современном состоянии наших знаний остается открытым. Однако вполне реальна задача рассмотрения первых стадий расширения вещества и тех ядерных процессов, которые происходили на ранних этапах.

Впервые этот вопрос почти на современном уровне поставил американский ученый Г. Гамов и развивали с точки зрения происхождения химических элементов Р. Альфер и Р. Герман. Расчеты ядерных реакций произвели знаменитый итальянский физик Э. Ферми и А. Туркевич. Однако в свете современных знаний желание этих авторов получить во всех деталях наблюдаемую к настоящему времени распространенность химических элементов представляется наивным. Сейчас нельзя отрицать, что в течение десятков миллиардов лет в звездах происходят сложные реакции ядерного синтеза, и количество различных элементов должно было измениться по сравнению с тем, что образовалось сразу после начала расширения. В действительности есть лишь один центральный вопрос: совместима ли картина расширения вещества бесконечной плотности с общими представлениями о составе дозвездного вещества и, главное, о преобладании водорода в этом веществе. Закон изменения плотности со временем в начальной стадии хорошо известен. Вопрос состоит в правильном задании начальных условий, т. е. той «смеси», из которой в дальнейшем образовались все химические элементы. При этом важнейшим является соотношение между лептонным и барионным зарядами.

Что это за заряды? В современной физике, помимо общеизвестного электрического, рассматриваются и другие «заряды». Они выражают некоторые присущие тем или иным элементарным частицам внутренние характеристики. Например, протон отличается от электрона не только знаком электрического заряда¹, но и тем, что про-

¹ Электрические заряды протона и позитрона одинаковы!

тон — барион и имеет единичный барионный заряд, а электрон — лептон и ему внутренне присущ некий иной «заряд» — «лептонный».

Заряды выражают важнейшие ограничения, наложенные на возможные процессы превращения частиц. Например, нейтрон не может превращаться в нейтрино, два нейтрона не могут аннигилировать, превращаясь в излучение, и т. д.

В сложных реакциях элементарные частицы испытывают самые разнообразные взаимные превращения, но соответствующие им заряды не исчезают — барионы превращаются в барионы, а лептоны — только в лептоны. Конечно, одновременно могут рождаться пары: барион — антибарион, лептон — антилептон¹. Однако после любого сколь угодно сложного превращения элементарных частиц алгебраическое (т. е. с учетом знака) количество барионов и лептонов должно быть таким же, как и в начале. В этом и состоит суть закона сохранения барионного и лептонного зарядов. Неизменным, конечно, должно также остаться и соотношение между лептонами и барионами.

Первоначальные гипотезы о составе исходного дозвездного вещества основаны на том, что оно на 98—99% состоит из нейтронов, т. е. барионов, а лептонов практически нет. Это предположение казалось правдоподобным, потому что, как показал еще в 1937 г. Л. Д. Ландау, при сжатии любое вещество после достижения определенной плотности должно превращаться в нейтроны с малой примесью электронов и протонов. Возникающие при этом нейтрино будут улетать из вещества. Однако анализ того, как будет «развиваться» такой комок из холодных нейтронов, приводит к выводу, что очень скоро после начала «расширения Вселенной» исходное вещество почти все превратилось бы в гелий, а свободного водорода практически не осталось бы. Но такой результат противоречит наблюдаемому в настоящее время большому содержанию водорода, в то время, как в звездных процессах водород только расходуется.

Приходится отказаться от предположения о холодных нейтронах. Поэтому Г. Га-

¹ Все заряды частицы и соответствующей ей античастицы имеют противоположные знаки. Соответственно у пары, состоящей из частицы и античастицы, сумма всех зарядов всегда тождественно равна нулю.

мов (1949 г.), а вслед за ним Р. Альфер и Р. Герман выдвинули теорию, согласно которой вещество в начальной стадии находилось при сверхвысокой температуре и плотность его в начальной стадии была обусловлена почти целиком квантами света (точнее — рентгеновыми квантами). Такое предположение тоже приводит к серьезным трудностям. По этой теории плотность лучистой энергии к настоящему времени должна была бы быть существенно больше, чем это следует как из прямых измерений электромагнитного излучения, так и из оценок общей плотности всех видов излучения по оказываемому гравитационному действию. Если менять исходные данные (т. е. соотношение между барионами и излучением), то можно ослабить одни противоречия только ценой усиления других. Принимая большую плотность нуклонов при той же плотности излучения, мы уменьшим и современную плотность излучения. Однако содержание гелия при этом возрастет до 35—40%, что явно бессмысленно. Таким образом, гипотезу о горячем веществе на ранней стадии эволюции Вселенной приходится считать маловероятной. Представления Гамова, Альфера и Германа о высокой температуре в этой стадии противоречат современным сведениям.

Все это заставляет предположить, что лептонный заряд в начальной стадии развития был отличен от нуля. Какие же конкретные частицы-лептоны были его носителями? Здесь нужно вспомнить об удивительной частице — о нейтрино. Нейтрино — частица, не имеющая массы покоя и обладающая гигантской проникающей способностью, т. е. очень слабо взаимодействующая с другими частицами. Нейтрино — так называемый фермион; это значит, что в определенном квантовом состоянии может находиться только одно нейтрино. В изотропном однородном мире плотность нейтрино меняется лишь в силу расширения и ядерных реакций. Как бы ни был велик пробег нейтрино, они не «уходят», или, точнее, их уход из данной точки компенсируется приходом нейтрино из соседних областей. Такой результат есть следствие однородности Вселенной и одинаково приложим к замкнутому миру с конечным объемом и к бесконечному открытому миру.

В расширяющемся мире нейтрино, проходящие в данную точку в силу красного смещения, имеют энергию меньше, чем их энергия в более ранний момент в том месте,

где они находились раньше. Очевидно, что плотность нейтрино без учета ядерных реакций, вследствие расширения, меняется пропорционально плотности вещества.

То же самое относится и к антиподу нейтрино — антинейтрино, имеющему лептонный заряд минус единица. Конечно, пока рассматривается пара частица — античастица, какую частицу называть «прямой», а какую «анти» — дело условное. Антинейтрино называется та частица, которая возникает вместе с протоном и электроном при распаде нейтрона. В начальный момент нужно задаться как барионным, так и лептонным зарядами. Барионный заряд нейтрона и протона выбран положительным. Мы знаем, что в настоящее время количество антибарионов во много раз меньше количества барионов; Вселенная не симметрична относительно барионов и антибарионов, преобладает положительный барионный заряд. Возникают две возможности: первая — барионный заряд положителен, а лептонный отрицателен, и вторая — оба заряда положительны.

Рассмотрим первый случай. Вещество при высокой плотности состоит из нейтронов и антинейтрино. В принципе возможна ядерная реакция β -распада нейтрона на протон, электрон и антинейтрино $n = p + e^- + \bar{\nu}$. Однако, по нашему предположению, уже вначале есть некоторое количество антинейтрино. Как мы уже говорили, нейтрино и антинейтрино — фермионы. Поэтому, в соответствии с принципами квантовой механики, присутствующие антинейтрино «не допускают» образования дополнительных антинейтрино по указанной реакции, если только их плотность достаточно велика. Поэтому в самом начале расширения исходного вещества β -распада не происходит. Однако далее плотность антинейтрино падает и начинается β -распад. Образующиеся в результате протоны будут вступать с оставшимися нейтронами в дальнейшие ядерные реакции, так что практически свободных протонов не останется.

Для получения мало-мальски удовлетворительного согласия с действительно наблюдаемой картиной, необходимо предположить, что распад нейтронов подавлен вплоть до очень малой их плотности. В этом случае, когда в конце концов произойдет β -распад и появятся протоны, есть основания полагать, что они не вступят в дальнейшие реакции с образованием дейтерия и трития, так как протоны и нейтроны будут уже «да-

леко» одни от других и столкновения между ними маловероятны.

Итак, в начальной стадии антинейтрино должно быть очень много. Расчет показывает, что лептонный заряд должен быть больше барионного в миллион миллионов раз. Такое число уже само по себе выглядит достаточно неправдоподобно (с чего бы такой большой заряд?!). Но еще хуже следующее: при такой большой начальной плотности даже к настоящему времени плотность антинейтрино должна в десять раз превышать плотность вещества. Такая плотность уже недопустима по гравитационному взаимодействию.

Получается, что вариант с антинейтрино немногим лучше второго из рассмотренных трех вариантов — с электромагнитным излучением. Преимущество лишь в том, что получается избыток плотности не легко наблюдаемого электромагнитного излучения, а трудно доступного непосредственной регистрации «антинейтринного» излучения.

Вариант «нейтроны плюс нейтрино» можно не рассматривать: в таком состоянии вещество не находится в равновесии, немедленно пойдет реакция $\nu + n = p + e^-$.

Мы приходим к выводу, что не годится сама идея, что в стадии сверхплотного состояния вещество состояло из нейтронов. Она была некритически перенесена в теорию о всей Вселенной из представлений Л. Д. Ландау о нейтронном ядре сверхплотных звезд. Ведь из отдельной звезды нейтрино беспрепятственно уходят, но ими никак нельзя пренебрегать в балансе Вселенной в целом. Из Вселенной нейтрино уйти некуда!

Мы приходим, таким образом, к идее начального вещества, состоящего из «холодных» протонов. Лептонный заряд также должен быть положительным. Для простоты примем, что на каждый протон приходится один электрон и одно нейтрино, при этом лептонный заряд системы, приходящейся на один протон, равен $+2$. В звездах при достаточной плотности электронов происходит реакция, в некотором смысле «обратная» β -распаду: $e^- + p \rightarrow n + \nu$. Однако в нашем случае в исходном веществе присутствуют нейтрино, которые делают эту реакцию невозможной, пока их плотность достаточно велика (подобно тому, как в первом случае антинейтрино налагали запрет на реакцию β -распада нейтронов).

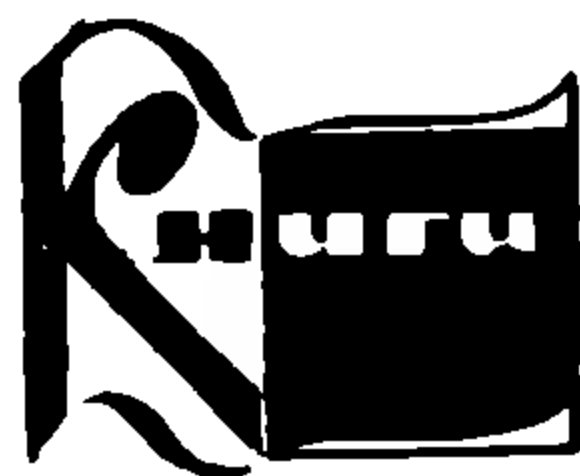
Получается, что при высокой плотности нейтрино стабилизируют протоны. По мере расширения плотность их падает, но падает

также и плотность электронов, а вместе с ней и энергия реакции $e^- + p \rightarrow n + \nu$. Таким образом, протонам удастся «уцелеть», чтобы стать в дальнейшем ядрами атомов водорода. Сделанный выбор начальных условий приводит к дозвездному веществу, состоящему из чистого водорода. При современной средней плотности нуклонов, равной 10^{-30} г/см³, плотность массы нейтрино 10^{-39} г/см³, а количество их в 1 см³ составляет $6 \cdot 10^{-7}$. Это значит, что на одно нейтрино приходится примерно $1,7$ м³. Конечно,

это количество не только не обнаружимо методами ядерной физики, но и не оказывает практически никакого гравитационного действия по сравнению с веществом.

Отметим в заключение, что гипотеза, согласно которой в качестве исходного вещества для звездной стадии эволюции берется холодный чистый водород, не противоречит современным астрофизическим представлениям.

УДК 523.12



С. Д. Осокин

В ПУЧИНАХ ОКЕАНА

Изд-во «Знание»,
1963, 40 стр., ц. 7 коп.

Вышедшая под научной редакцией известного океанолога нашей страны, чл.-корр. АН СССР Л. А. Зенкевича, книжка в доступной и популярной форме рассказывает об одной из важнейших проблем современности — изучении Мирового океана, этой удивительной и загадочной «страны Нептунии».

Не изучив Мировой океан, его историю, его закономерности и жизнь, никогда не удастся познать ни прошлого, ни настоящего нашей планеты. Вот почему в изучении и покорении океана заинтересованы многие науки. В глубинах океана можно наиболее достоверно получить ответы на многие нерешенные вопросы биологии, геологии, геохимии, географии, климатологии.

О первых и новейших измерениях океанических глубин, о проникновении света, о рыбном

населении и другой жизни в океане, об отечественных и зарубежных экспедициях на научно-исследовательских судах, о подводной лаборатории «Северянка» и строящейся сейчас в США глубоководной лодке «Алюминат» — обо всем этом и других интересных вещах узнает читатель, прочтя эту небольшую книжечку.

КОСМОС

Сборник статей

Вып. I, Изд-во Академии наук СССР, 1963, 95 стр., ц. 15 коп.

Начиная с этого выпуска, два раза в год в научно-популярной серии Издательства будут выходить сборники, посвященные итогам исследований, проведенных при помощи космических ракет и искусственных спутников Земли. Цель сборников — в доступной форме рассказать широкому кругу читателей о методах изучения и освоения космического пространства, а также о возникающих в связи с этим разнообразных научных проблемах.

Первый сборник открывается статьей К. П. Станюковича и

В. А. Бронштэна «Межзвездные перелеты», в которой освещен широкий круг вопросов: о масштабах Вселенной, фотонной ракете, об относительности времени и проблемах безопасности межзвездных полетов, о возможности долететь до туманности Андромеды и др.

Созданию обитаемой среды для человека в будущих его космических полетах посвящена статья проф. А. А. Ничипоровича. В связи с этим автор подробно рассматривает проблему обеспечения космонавта пищей, кислородом и водой на основе полного круговорота вещества. Сжатый, но интересный обзор взглядов о внеземных цивилизациях дан проф. В. И. Красовским. Г. Кокони и Ф. Моррисон делятся своими соображениями о методах установления межзвездной связи: в каких волнах следует вести поиски, какова должна быть мощность передатчика, ширина полосы и т. д. Заключает сборник сокращенное изложение доклада К. И. Грингауза на XII Международном астронавтическом конгрессе об изучении межпланетного газа и ионосфер планет при помощи ловушек заряженных частиц.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ

Академик А. И. Опарин

Представление о начальных формах обмена веществ, возникших в самом процессе становления жизни, служит исходной точкой для построения всей эволюционной биохимии. Раскрыть проблему можно только используя, с одной стороны, методы сравнительной биохимии, позволяющие выявлять те реакции и их сочетания, которые могут рассматриваться как наиболее древние, исходные системы обмена, а с другой стороны, методы построения искусственных моделей, воспроизводящих условия и процессы, имевшие место при формировании первичных живых тел.

Многочисленные фактические данные убеждают нас в том, что разнообразные органические вещества образовались на нашей планете еще до возникновения жизни, чисто абиогенным путем, в водах первичной земной гидросферы. В этом так называемом «первичном бульоне», как и в простом водном растворе органических веществ и неорганических солей, химические превращения не носили какого-нибудь специфически организованного характера, а совершались независимо одно от другого во всевозможных направлениях, хаотически перекрещиваясь между собой. Напротив, в живых существах отдельные химические реакции взаимно строго согласованы, происходят в определенной последовательности, составляющей в своей совокупности единую сетку биологического обмена веществ, направленного на постоянное самосохранение, рост и самовоспроизведение всей системы в целом в данных условиях внешней среды.

Задача и состоит именно в том, чтобы экспериментально обосновать возможные пути образования таких исходных систем, которые могли бы взаимодействовать с внешней средой по типу открытых систем и в которых происходившие на этой основе химические превращения становились бы все бо-

лее и более организованными, приближаясь в процессе эволюции к биологическому порядку обмена веществ.

В настоящее время в научной литературе высказывается мнение, что такими исходными системами могли бы быть просто отдельные молекулы тех полинуклеотидов со случайным расположением мономерных остатков в цепи, которые первично возникали в «питательном бульоне». Им была присуща свойственная полинуклеотидам комплементарность. Поэтому, согласно Дж. Холдейну, Б. Шрамму и др., уже в абиогенных условиях должна была создаваться возможность к постоянному более быстрому синтезу предшествовавших полинуклеотидов, ко все убыстряющемуся «саморазмножению» молекул, наделенных определенной вторичной структурой полимерной цепи. Подвергаясь мутациям и естественному отбору, молекулы полинуклеотидов все время эволюционировали, совершенствовали свою вторичную структуру, приближаясь в этом отношении к структуре современных нуклеиновых кислот.

Однако на основе такой эволюции «на молекулярном уровне» трудно себе представить, а тем более экспериментально воспроизвести возникновение обмена веществ.

Если полимеризацию мононуклеотидов производить в их чистых растворах, она может привести только к образованию своеобразных скоплений полинуклеотидов, что в природных условиях создавало бы лишь залежи этих веществ, подобные залежам озокерита или другой органической смеси гомологов¹. Если же указанная полимеризация осуществляется в присутствии других полимеров, например полипептидов (что, по видимому, должно было иметь место в «пер-

¹ Соединений, сходных по составу и строению, но отличающихся по величине молекулы (например, числу мономеров в полимерной цепи).

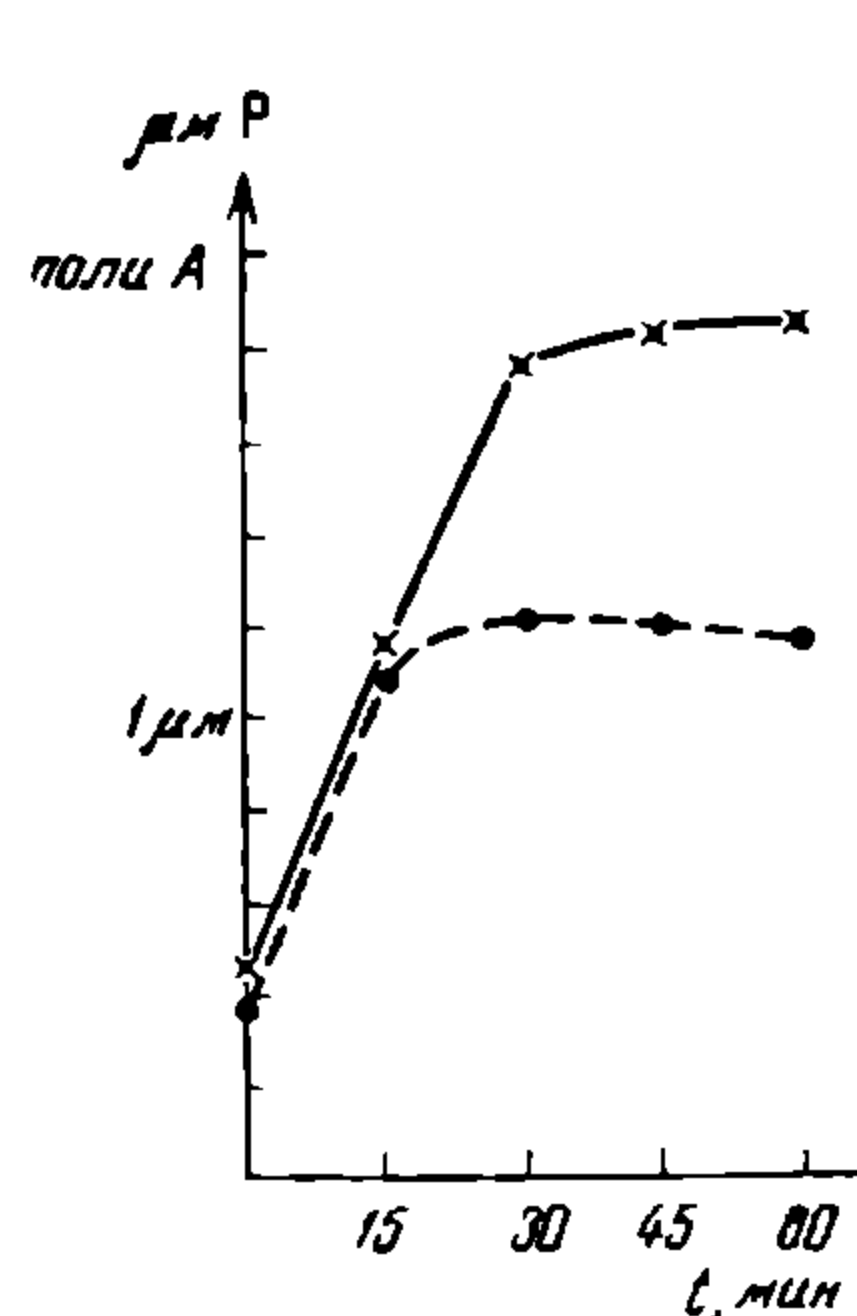


Рис. 1. Графическое изображение реакции полимеризации, сместившейся в сторону синтеза

вичном бульоне»), то возникающие полинуклеотиды неизбежно должны были образовывать с этими полимерами многомолекулярные комплексы. Последние, выделившись из окружающего раствора, и явились собственно теми исходными системами, которые, взаимодействуя с внешней средой, дали в процессе эволюции начало образованию наделенных обменом веществ первичных организмов.

В моей лаборатории в Институте биохимии им. А. Н. Баха мы совместно с К. Б. Серебровской проводили в водной среде полимеризацию нуклеотидов (например, синтез полиаденина) широко известными в настоящее время методами из аденозиндифосфата (АДФ) с применением в качестве катализатора бактериальной полинуклеотидфосфорилазы. Если вести этот синтез в присутствии или при параллельном образовании другого полимера (например, полипептида), растворы постепенно мутнеют. Это связано с тем, что, достигнув определенных размеров, частицы полимеров объединяются между собой в многомолекулярные скопления, выделяющиеся из раствора в форме видимых под микроскопом образований — коацерватных капель.

На вклейке приведена микрофотография этих капель, образовавшихся при синтезе полиаденина в присутствии гистона. Интересно, что в связи с образованием капель равновесие реакции полимеризации резко смещается в сторону синтеза. Это видно из сравнения кривых, приведенных на рис. 1. Гистон в нашем опыте может быть заменен и другими неспецифическими полипептидами. Так, например, на вклейке дана фотография капель, образовавшихся из полиаденина и полилизина.

Конечно, в условиях «первичного бульона» наряду с коацерватами могли возникать и другие многомолекулярные образования (например, пузырьки Гольдейкра или микросферы Фокса). Их исследование как исходных для возникновения жизни систем также представляет существенный интерес. Однако в своих опытах, проводимых в Институте биохимии им. А. Н. Баха и на кафедре биохимии растений МГУ совместно с Т. Н. Евреиновой, мы использовали коацерватные капли потому, что они представляются нам наиболее удобными моделями для воспроизведения в лабораторных условиях тех возможных путей, которыми шло начальное формирование обмена веществ. При образовании коацерватных капель происходит очень высокое концентрирование полимеров. Несмотря на свою жидкую консистенцию, капли обладают некоторой внутренней структурой и резкой границей раздела с внешней средой.

На вклейке дана электронно-микроскопическая фотография капель, состоящих из сывроточного альбумина, гуммиарабика и РНК, снятая в газовой микрокамере (без предварительного высушивания). На рис. 2 дана схема включения в каплю рибонуклеазы, которая за 20 мин. инкубации частично гидролизовала РНК капли (здесь неоднородность ее особенно заметна).

Коацерватные капли способны избирательно поглощать и концентрировать в себе разнообразные вещества из внешнего раствора. Концентрирование в каплях таких веществ, как, например, аминокислоты, происходит очень избирательно, в зависимости от состава капель.

Если поступающие в каплю вещества подвергаются в ней более быстрым химическим превращениям, чем во внешней среде, то капли приобретают свойства открытых систем, самое существование которых связано с их взаимодействием с внешней средой. Этого легче достигнуть, включая в капли соответственные, легко адсорбируемые ими катализаторы.

Для построения своих коацерватных моделей мы брали белки, нуклеиновые кислоты и другие полимеры, выделенные нами из современных организмов, а в качестве катализаторов использовали препараты ферментов. Мы хорошо понимаем всю условность такого приема, так как, конечно, указанных хорошо организованных веществ в «первичном бульоне» быть не могло. Но, как было сказано, коацерватные капли могут быть образованы

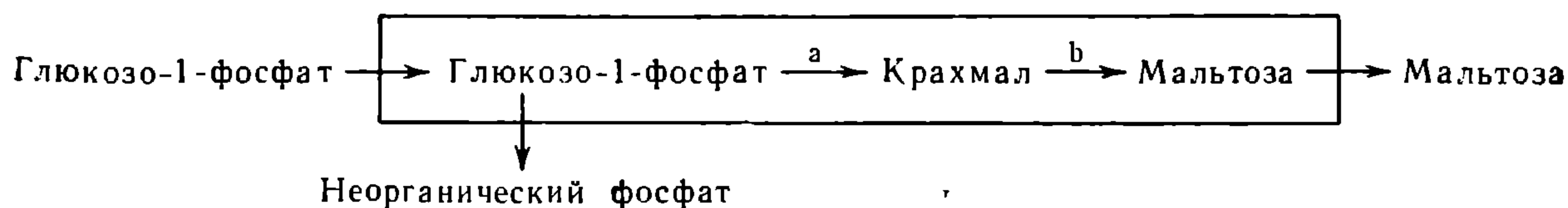


Рис. 2. Схема ферментативного синтеза и разложения крахмала

и из неспецифических полимеров, а ферменты в дальнейших опытах могут быть заменены менее совершенными органическими и неорганическими катализаторами. Однако на данной начальной стадии исследования использование естественных полимеров и ферментов давало нам в руки неоценимые преимущества.

Если в коацерватную каплю, образованную из гуммиарабика и гистона при $\text{pH } 6,0 - 6,2$, включать фермент фосфоорилазу из картофеля, а в окружающей жидкости растворить глюкозо-1-фосфат, в каплях начинает накапливаться крахмал, что легко можно обнаружить по иодной пробе. Но если в каплю дополнительно включить еще β -амилазу, крахмал начинает разлагаться до мальтозы, которую при этом можно обнаружить во внешней среде. Таким образом, весь процесс можно изобразить следующей схемой потока веществ через коацерватную каплю, которая на схеме изображена прямоугольником (см. рис. 2). В зависимости от соотношения скоростей процессов a и b количество полимера (крахмала), образующегося в капле за счет веществ внешней среды, может увеличиваться, и при этом капля будет расти или, наоборот, уменьшаться и разрушаться.

Аналогичным образом можно вызвать как ферментативный распад, так и ферментативный синтез нуклеотидов, входящих в состав коацерватной капли. При этом в коацерватную каплю, образованную из РНК и гистона, включалась бактериальная полинуклеотид-фосфоорилаза, и в качестве субстрата во внешней среде растворялся аденозиндифосфат (АДФ). В этих условиях (при $\text{pH } 9,5$) в каплях происходило накопление полинуклеотида за счет АДФ, поступающего из внешней среды, а обратно в нее выходил неорганический фосфат.

Таким образом, мы располагаем моделями многомолекулярных открытых систем, которые в резуль-

тате ускорения совершающихся в них процессов могут расти за счет веществ окружающего их раствора или наоборот — распадаться.

Однако рост наших моделей мог осуществляться только при наличии во внешней среде богатых энергией фосфорных соединений. Присутствие таких соединений в «первичном бульоне» можно предполагать, но лишь в очень ограниченных количествах, которые должны были бы быть использованы уже на первых стадиях эволюции исходных систем. В дальнейшем эти системы могли существовать и расти только в том случае, если в них самих создались предпосылки для образования микроэргических соединений из рядовых веществ окружающей среды.

Данные сравнительной биохимии показывают, что в основе обмена любого современного организма, кроме реакций полимеризации, лежат также реакции анаэробной оксидо-редукции и сопряженного с ними фосфорилирования.

Включая в коацерватные капли соответственные катализаторы, мы получили модели систем, в которых, согласно схеме, изображенной на рис. 3, протекают окислительно-восстановительные реакции. Здесь NAD-H_2 поступает в каплю из внешней среды, где при содействии бактериальной оксидоредуктазы передает свой водород краске. Продукты реакции выделяются во внешнюю среду.

На рис. 4 дана схема более сложной окислительно-восстановительной модели, работающей с участием света и включенного в каплю хлорофилла (микрофотография таких капель дана на вклейке). Аскорбиновая кислота, поступающая в каплю, отдает свой

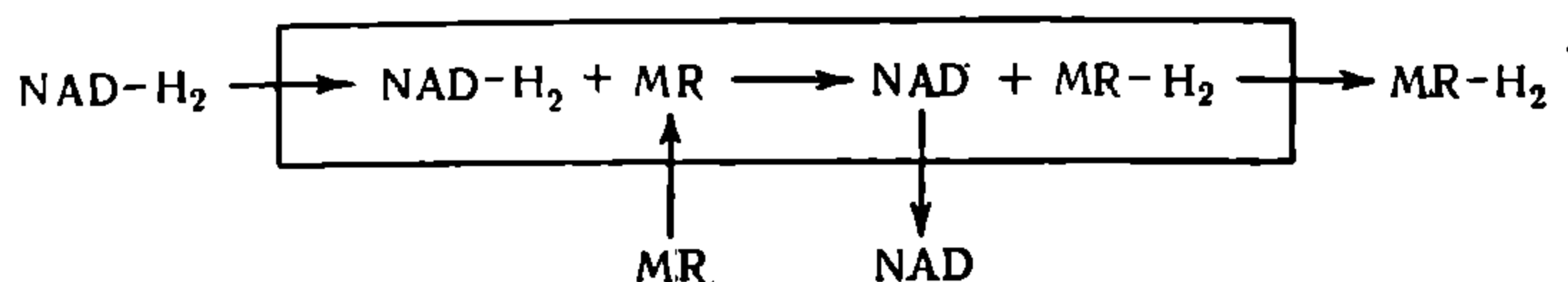


Рис. 3. Схема, по которой протекают окислительно-восстановительные реакции

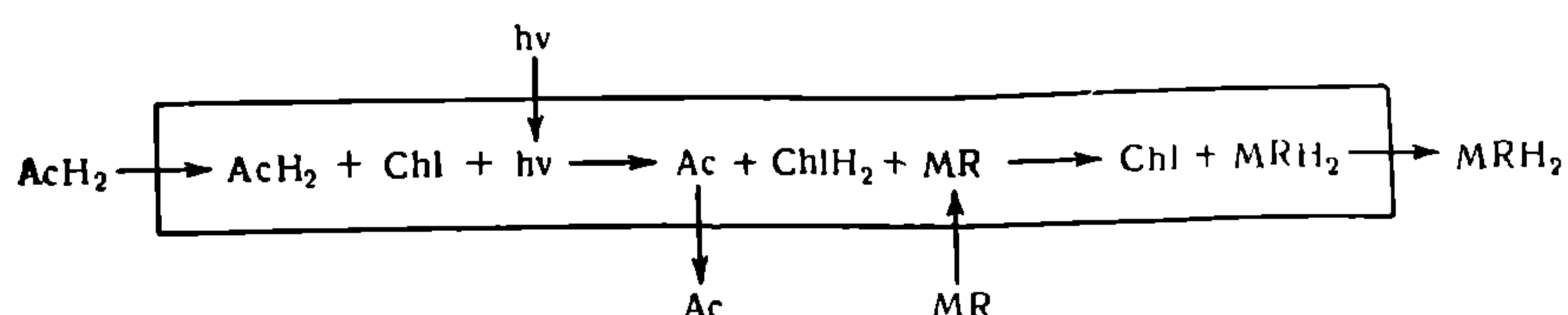


Рис. 4. Схема более сложной модели

водород хлорофиллу, что происходит только при участии кванта света; затем хлорофилл передает водород краске, поступающей из внешнего раствора, а сам регенерируется до своего первоначального состояния. Соответствующие продукты реакции (дезоксискорбиновая кислота и восстановленная краска) поступают во внешнюю среду.

Опыты по моделированию сопряженного анаэробного фосфорилирования в коацерватных каплях дали положительные результаты, но они еще не могут считаться законченными, и поэтому я их здесь не излагаю.

На этом можно было бы закончить изложение экспериментальной части работы и сделать некоторые выводы о путях дальнейшей эволюции открытых многомолекулярных систем, подобных нашим коацерватным моделям. Конечно, эти выводы носят пока еще гипотетический характер, но они могут представлять интерес для постановки дальнейших опытов в указанном направлении.

Ясно, что подобные нашим коацерватным моделям системы, способные осуществлять в себе реакции окисдо-редукции сопряженного фосфорилирования и полимеризации, могли не только длительно существовать, но и расти в растворе веществ, присутствия или даже избытка которых мы вправе ожидать в «первичном бульоне» Земли.

Основанная на комплементарности редупликация содержащихся в каплях полинуклеотидов при их синтезе за счет мономеров среды способствовала сохранению постоянства состава разрастающихся капель. Но главное заключалось в том, что такие капли все время избирательно поглощали из внешней среды одни и те же органические и неорганические катализаторы, и сохраняли в себе неизменно повышенную концентрацию этих ускорителей, а следовательно, и постоянство соотношения скоростей совершавшихся в каплях реакций. Смещение этих соотношений приводило либо к ускорению роста, либо к гибели и распаду данной системы. Это послужило предпосылкой для

возникновения естественного отбора такого рода систем.

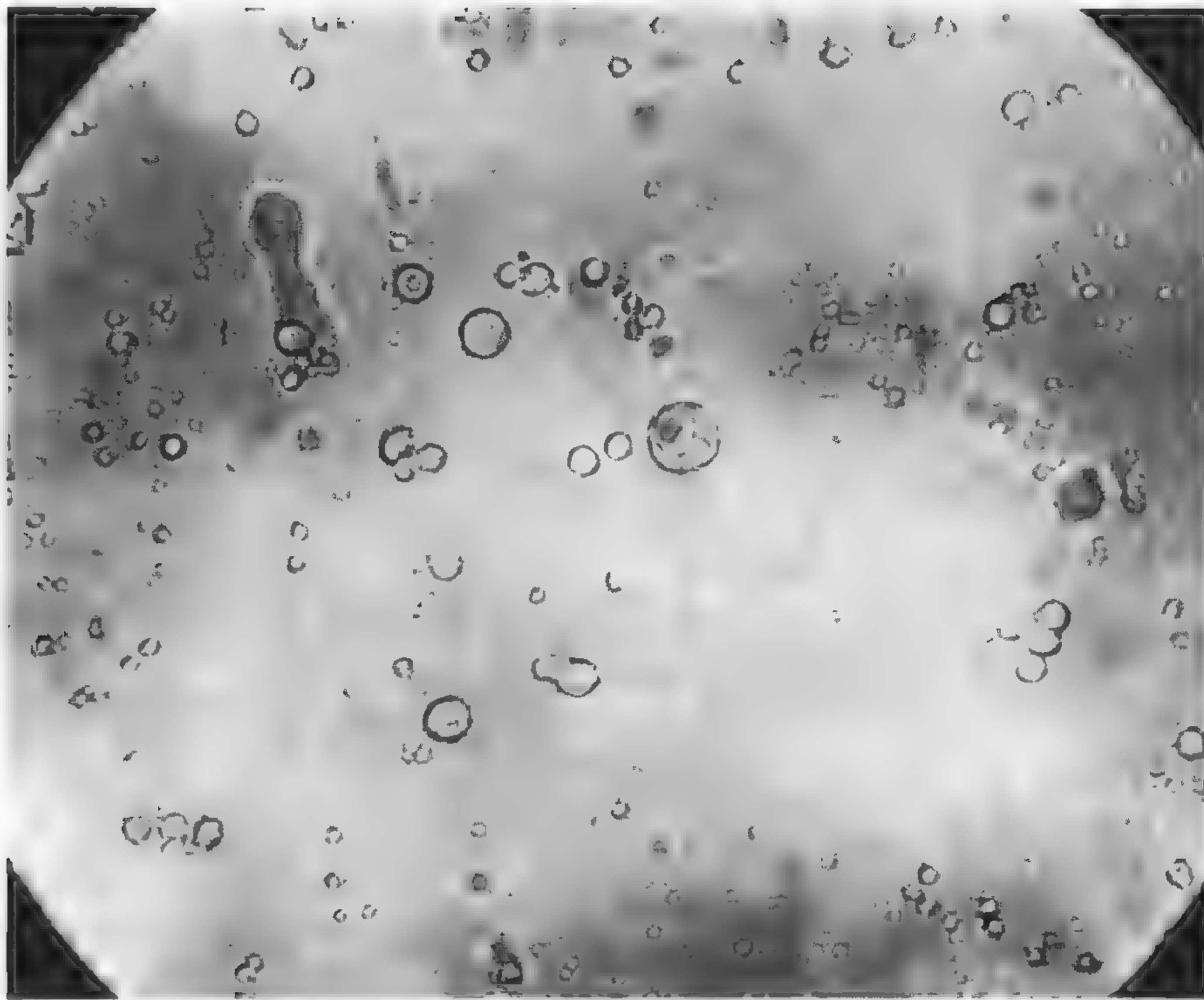
Маловероятно, чтобы отдельные капли все время разрастались как единая масса. В условиях первичной гидросферы Земли они обя-

зательно должны были дробиться под влиянием внешних механических сил (например, удара волн или прибой), наподобие дробления капель эмульсии при ее встряхивании. Такого рода взаимодействующие с внешней средой, растущие и увеличивающиеся в своем числе системы все более и более совершенствовали организацию своего, вначале очень примитивного обмена в результате их постоянного естественного отбора.

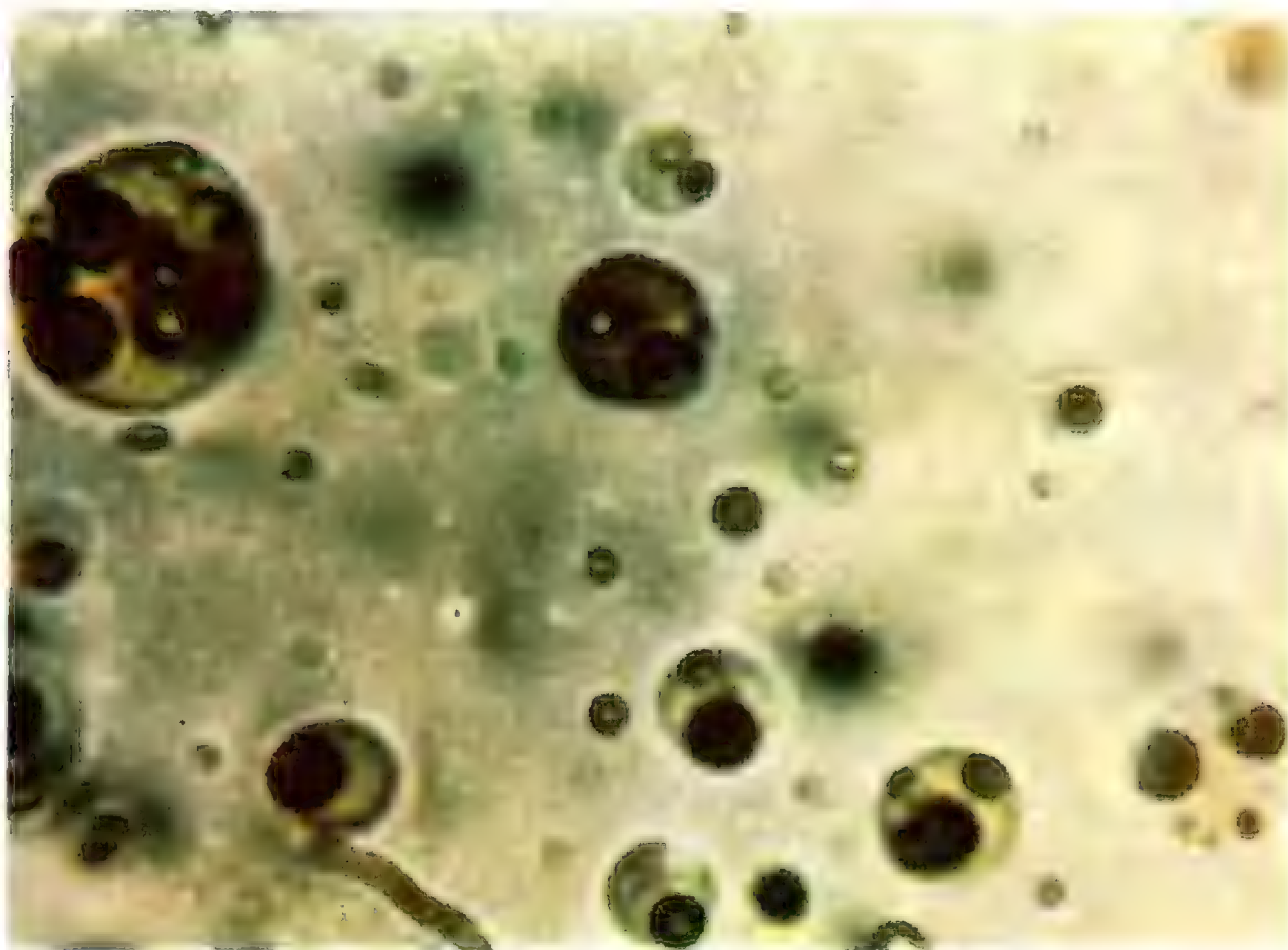
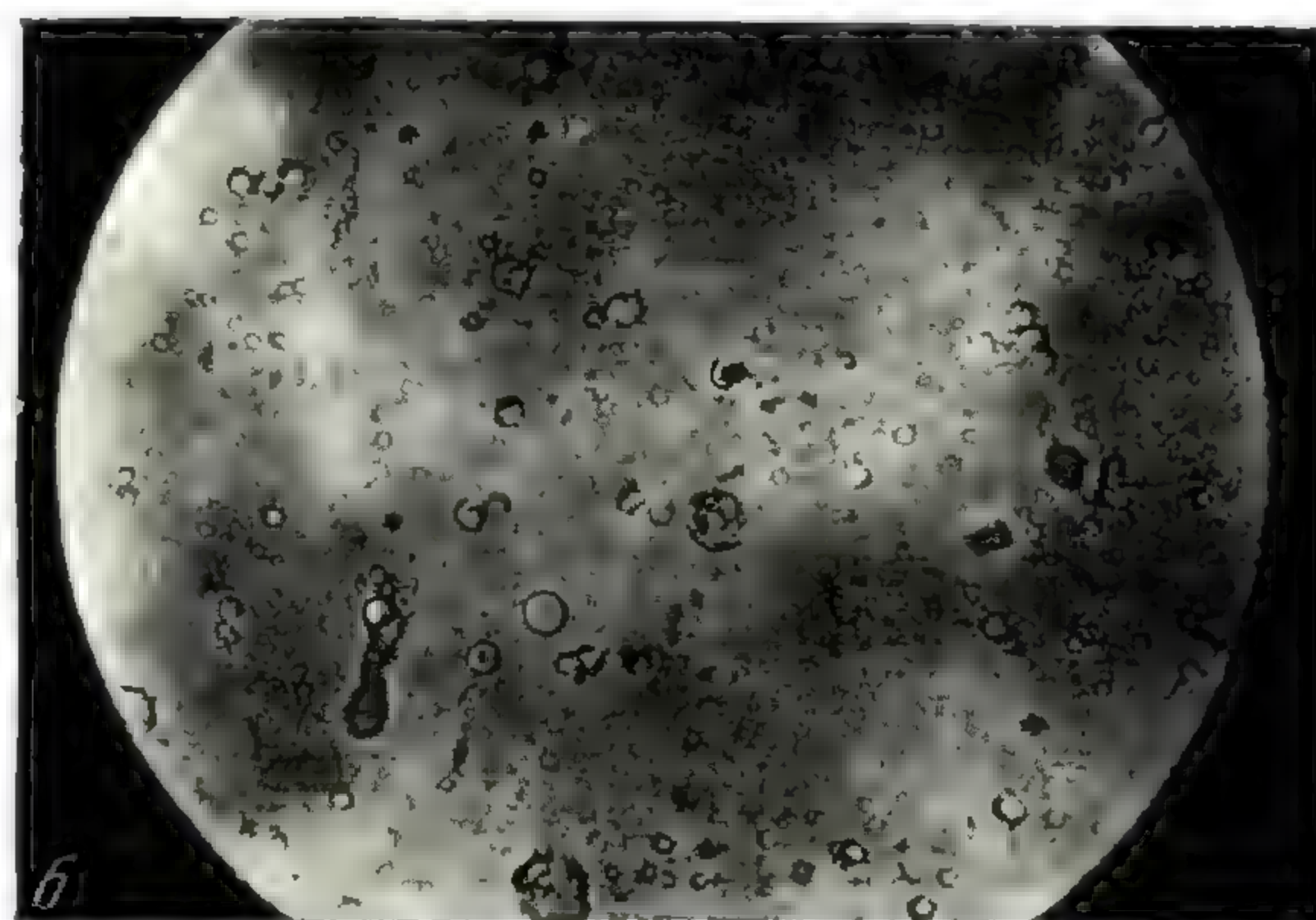
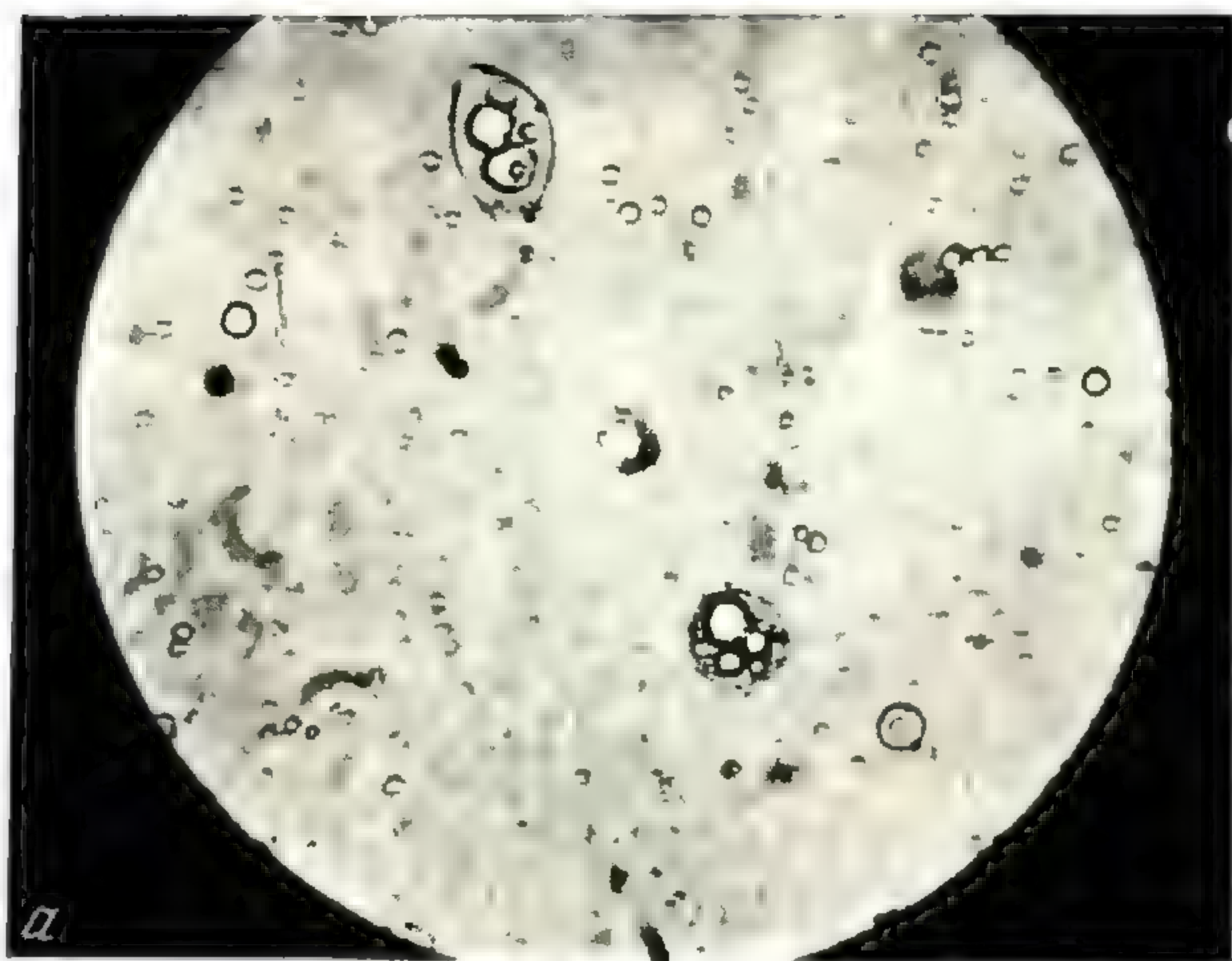
Для первоначального сочетания небольшого числа реакций было достаточно действия относительно простых катализаторов — неорганических солей и органических соединений, а также их более или менее каталитически активных комплексов. Естественный отбор способствовал сохранению наиболее удачных из этих комплексов и они дошли до нас в виде коферментов. Число этих специфических катализаторов очень невелико, но они служат универсальными ускорителями для всех современных живых существ, что указывает на их очень раннее образование в процессе возникновения и развития жизни.

Необходимое постоянство концентрации коферментов в разрастающихся системах могло поддерживаться не только их синтезом, но и постоянством поступления их из внешней среды, наподобие того, как это имело место для простейших неорганических и органических катализаторов. Учение о витаминах дает нам ряд примеров существования такого явления даже у современных организмов. Однако при дальнейшем усложнении обмена коферменты оказались недостаточными, и прогрессивная эволюция биологических систем пошла в направлении возникновения целого арсенала новых, гораздо более мощных катализаторов — ферментов, т. е. белков, обладающих определенным расположением аминокислотных остатков в их полипептидной цепи.

Первично возникшие белковоподобные полимеры с случайным расположением этих



Микрофотография коацерватных капель (*сверху*). Капли, образующиеся из сывороточного альбумина, гуммиарабика и РНК; электронная микрофотография, снятая в газовой микрокамере (*снизу*)



Капли, образовавшиеся из полиадеина (а) и полилизина (б) (сверху); микрофотография коацерватных капель, содержащих в себе хлорофилл (внизу)

остатков, по-видимому, были либо совсем лишены каталитической активности, либо являлись очень плохими катализаторами. Из множества возникавших при неспецифической полимеризации вариантов, благодаря действию естественного отбора, сохранялись только те, участие которых в метаболизме данной системы способствовало ее более длительному существованию, разрастанию и размножению. Так происходило постепенное совершенствование всей живой системы в целом и ее отдельных механизмов.

В частности, все более и более приспособлялись к выполнению своих биологических функций как белки-ферменты, так и связанные с их синтезом нуклеиновые кислоты, которые при этом также должны были отбираться по признаку строго определенного расположения своих мономеров в полинуклеотидной цепи, что было необходимым условием для постоянства синтеза ферментов в разрастающихся и размножающихся системах.

УДК 612.015.3

★ НОВОСТИ СОБЫТИЯ ★

СКОЛЬКО ВОДЫ НА ЗЕМЛЕ?

На этот вопрос каждый может ответить — много. Но какая часть воды может быть использована человеком?

Основную массу воды содержат глубокие впадины на поверхности нашей планеты — Тихоокеанская, Атлантическая, Индийская и Околополюсная (Северный полюс) — то, что называют Мировым океаном. Объем воды Мирового океана равен 1 322 000 000 км³, что составляет 97,2% от общего количества воды на нашей планете¹. Но из-за высокой солености морской воды она используется в очень ограниченных размерах.

Второе место после океанов занимают ледниковые щиты и ледники — в них аккумулировано 28 800 000 км³ воды, или 2,15% от общего ее количества на Земле. Из этого объема около 90% сосредоточено в ледяном щите Антарктиды. В целом ледяные щиты и ледники представляют около 70% вод суши. Вода ледников также пока используется в очень ограниченных масштабах.

Сравнительно небольшое количество воды в виде пара содержится в атмосфере — всего 12 900 км³, или 0,001% от общего

объема. Эта вода почти никак не используется.

На долю вод суши, находящихся в жидкой фазе, приходится всего 0,635% общего количества воды нашей планеты, что соответствует 8 630 000 км³. Но из этого количества воды значительная часть малодоступна или малопригодна для использования. Это в первую очередь относится к глубоко залегающим подземным водам, находящимся ниже 800—1000 м от поверхности земли, и к водам соленых озер. Объем первых равен 4 170 000 км³, или 0,31% от общего объема воды, а вторых 104 250 км³, или 0,008%. Таким образом, количество доступной для использования воды равно 0,317% от общего количества воды на нашей планете, или 4 361 700 км³.

Где же сосредоточена эта вода? Основная масса ее — это подземные воды в зоне от поверхности земли до глубины 800—1000 м. Там сосредоточено 4 170 000 км³, или 0,31% от общего количества воды на Земле. К этому еще надо добавить 66 700 км³ аккумулированных в почве (0,005%). В пресных озерах находится 125 000 км³ воды, или 0,009%. Меньше всего ее в речных руслах, там одновременно в среднем

аккумулируется 1250 км³ воды, что составляет менее 0,0001% от общего количества воды на Земле. Но за год реки мира дают значительно больше воды — 35 000 км³, или 0,0028% от общего количества воды. Наибольшее количество воды дает Амазонка — 3210 км³, что в два раза превышает сток рек Соединенных Штатов и в полтора сток рек Африки. Вторая по величине река — Конго дает в год 2130 км³. Далее по объему стока следуют: Ганг — 1200 км³, Янцзы — 690 км³, Брахмапутра — 630 км³, Ла-Плата — 600 км³, Миссисипи — 600 км³, Енисей — 550 км³, Лена — 490 км³, Иравади — 440 км³ и Мадейра — 440 км³.

Самое крупное пресное озеро мира по объему аккумулированной воды — Байкал — 26 270 км³. Это больше, чем объем всех великих американских озер, вместе взятых. Остальные озера Азии имеют всего 170 км³. Крупнейшим соленым озером является Каспий — 100 000 км³, или 96% от объема всех соленых озер мира.

Итак, сколько же воды на Земле? Суммируя приведенные данные, получаем округленно 1 359 000 000 км³.

К. С. Лосев
Москва

¹ См. «Natural History», т. 73, 1964, № 1, р. 10—19.

СОСЕДИ ЗЕМЛИ И СОЛНЦА

БЛИЖАЙШИЕ ЗВЕЗДЫ

В. А. Бронштэн
Московский планетарий

Сто двадцать пять лет назад первый директор Пулковской обсерватории В. Я. Струве впервые измерил расстояние до небесного тела, находящегося за пределами солнечной системы. Это была звезда Вега. Вскоре немецкий астроном Ф. В. Бессель и англичанин Т. Гендерсон определили расстояние до двух других звезд — 61 Лебедя и α Центавра. Луч света от этих звезд путешествует до Земли годы и десятки лет. Они в сотни тысяч и миллионы раз дальше самых далеких планет солнечной системы. И все же это наши соседи во Вселенной.

Теперь известны далекие звездные системы — галактики, расположенные в 10 — 12 млрд. световых лет от нас. Чтобы представить себе, как долог этот путь, вспомним, что от границ нашей Галактики свет доходит до Земли за десятки тысяч лет. Мощные современные телескопы, усиленные электронной оптикой, стремятся проникнуть все дальше в глубины Вселенной.

Однако именно сейчас, в век космических полетов, когда человечество все больше задумывается над проблемой межзвездных перелетов и межзвездной радиосвязи, нас снова и по-новому начинают интересовать наши ближайшие соседи в мире звезд. Каковы же они — те звезды, к которым скорее всего будут направлены первые рейсы фотонных ракет, первые радиосигналы?

ПЯТЬДЕСЯТ ПЯТЬ СОСЕДЕЙ

В 1953 г. американский астроном Питер ван де Камп составил список звезд, находящихся к нам ближе 5 парсеков¹. В нем —

¹ Парсек — единица межзвездных расстояний, соответствующая годичному параллаксу в одну секунду дуги. 1 парсек = 3,26 светового года = $30,5 \cdot 10^{13}$ км.

42 объекта. Из них 31 — простые (одиночные) звезды, 9 двойных и 2 тройные звезды. Поэтому отдельных звезд в этом списке, собственно говоря, 55 (см. табл.).

Такие списки публиковались неоднократно и раньше, но этот был основан на самых точных, самых последних данных. В списке ван де Кампа указаны расстояния, скорости и направления движения, светимости и спектральные классы звезд, отмечены некоторые их особенности. Много нового мы узнали о наших ближайших соседях и за последние десять лет, прошедшие после опубликования списка.

Что же представляют собой наши ближайшие соседи (рис. 1)? Только три звезды из 55 превосходят по светимости наше Солнце, одна звезда равна Солнцу, а остальные 50 — значительно меньше. Подавляющее большинство из них (45 звезд) — красные карлики, остальные пять — белые карлики. Среди наших соседей нет ни одного сверхгиганта, ни одной физической переменной звезды.

Если не считать Солнца (которое тоже входит в список ван де Кампа на равных правах с остальными звездами), то только 10 звезд-соседей видны на небе невооруженным гла-

Звезды, находящиеся ближе 5 парсеков от Земли¹

Название звезды	<i>r</i>	<i>m</i>	Спектр	<i>T</i>	<i>L</i>	<i>M</i>
Солнце	—	—26,9	G 0	5800°	1,00	1,00
α Центавра А	4,3	0,3	G 0	5800	1,0	1,10
В	4,3	1,7	K 5	4500	0,28	0,89
(Проксима) С	4,27	11	M 5e	2600	0,000052	0,12
Звезда Барнарда	6,0	9,5	M 5	2600	0,00040	0,2
Вольф 359	7,7	13,5	M 6e	2450	0,000017	0,1
Лейтен 726—8 А	7,9	12,5	M 6e	2450	0,00004	0,1
В	7,9	13,0	M 6e	2450	0,00003	0,1
Лаланд 21185	8,2	7,5	M 2	3100	0,0048	0,4
Сириус А	8,7	—1,6	A 0	12000	23	2,35
В	8,7	7,1	wd	10000	0,008	0,99
Росс 154	9,3	10,6	M 5e	2600	0,00036	0,2
Росс 248	10,3	12,2	M 6e	2450	0,00010	0,1
ε Эридана	10,8	3,8	K 2	4300	0,25	0,7
Росс 128	10,9	11,1	M 5	2600	0,00030	0,2
61 Лебеда А	11,1	5,6	K 6	3800	0,052	0,58
В	11,1	6,3	M 0	3400	0,028	0,60
Лейтен 789—6	11,2	12,2	M 6	2450	0,00012	0,1
Процион А	11,3	0,5	F 5	7000	5,8	1,74
В	11,3	10,8	wd	10000	0,00044	0,63
ε Индейца	11,4	4,7	K 5	3900	0,12	0,6
Струве 2398 А	11,6	8,9	M 4	2750	0,0028	0,3
В	11,6	9,7	M 4	2750	0,0013	0,3
Грумбридж 34 А	11,7	8,1	M 2e	3100	0,0058	0,4
В	11,7	10,9	M 4e	2750	0,00044	0,3
τ Кита	11,8	3,6	G 4	5100	0,36	0,9
Лакайль 9352	11,9	7,2	M 2	3100	0,013	0,4
Звезда Лейтена	12,4	10,1	M 4	2750	0,0010	0,3
Лакайль 8760	12,8	6,6	M 1	3250	0,028	0,4
Звезда Каптейна	13,0	9,2	M 0	3400	0,0025	0,5
Крюгер 60 А	13,1	9,9	M 4	2750	0,0013	0,27
В	13,1	11,4	M 5e	2600	0,00033	0,16
Росс 614 А	13,1	10,9	M 5e	2600	0,00052	0,15
В	13,1	16,8	M 6	2450	0,000002	0,08
BD — 12° 4523	13,4	10,0	M 5	2600	0,0013	0,2
Звезда ван Маанена	13,8	12,3	wd F	9000	0,00016	3,4
Вольф 424 А	14,6	12,6	M 6e	2450	0,00014	0,1
В	14,6	12,6	M 6e	2450	0,00014	0,1
Грумбридж 1618	14,7	6,8	K 5	3900	0,030	0,6
CD — 37° 15492	14,9	8,6	M 3	2900	0,0058	0,4
CD — 46° 11540	15,3	9,7	M 4	2750	0,0023	0,3
BD + 20° 2465	15,4	9,5	M 4e	2750	0,0028	0,3
CD — 44° 11909	15,6	11,2	M 5	2600	0,00058	0,2
CD — 49° 13515	15,6	9,0	M 3	2900	0,0044	0,3
АОе 17415—6	15,8	9,1	M 3	2900	0,0040	0,3
Росс 780	15,8	10,2	M 5	2600	0,0014	0,2
Лаланд 25372	15,9	8,6	M 2	3100	0,0063	0,4
CC 658	16,0	11,0	wd	10000	0,0008	0,6
ο ² Эридана А	16,3	4,5	K 0	4550	0,30	0,8
В	16,3	9,2	wd A	10000	0,0040	0,41
С	16,3	11,0	M 5e	2600	0,0008	0,21
70 Змееносца А	16,4	4,2	K 0	4550	0,40	0,89
В	16,4	5,9	K 5	3900	0,083	0,72
Альтаир	16,5	0,9	A 5	10000	8,3	2,0
BD + 43° 4305	16,5	10,2	M 5e	2600	0,0016	0,2
АС 79° 3888	16,6	11,0	M 4	2750	0,0008	0,3

¹ *r* — расстояние в световых годах, *m* — видимая звездная величина, *T* — температура, *L* — светимость, *M* — масса (в единицах светимости и массы Солнца). В первом столбце буквы А, В, С обозначают компоненты двойной или тройной системы, BD — Боннское обозрение неба, CD — Кордобское обозрение неба, АОе — каталог Аргеландера-Ольцена, АС — Астрографический каталог «Карты неба». В столбце «Спектр» буквы означают: wd — белый карлик, e — спектр содержит линии излучения. Значения масс для двойных звезд указаны точные, для остальных — приближенные.

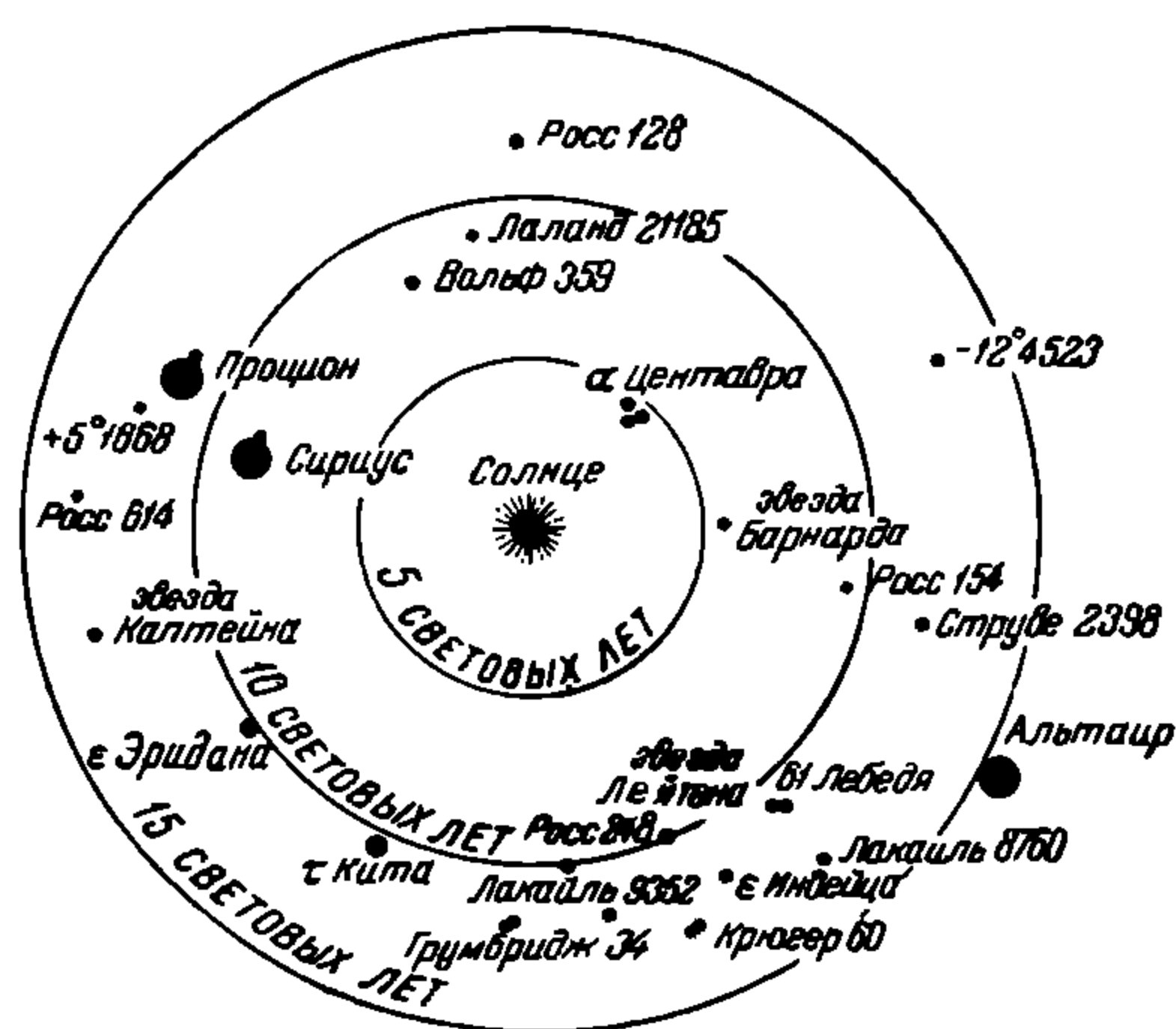


Рис. 1. Расположение ближайших к Солнцу звезд зом. Четыре из них очень ярки. Это Сириус (самая яркая звезда неба), Процион, Альтаир и α Центавра. Остальные шесть — звездочки четвертой — шестой величины: ε Эридана, τ Кита, ε Индейца, 70 Змееносца, ο² Эридана и 61 Лебеда.

У более слабых звезд нет ни собственных имен, ни даже буквенных обозначений. Они известны по номерам, которые даны им в звездных каталогах, составленных тем или иным астрономом. Поэтому можно встретить такие обозначения, как Вольф 359, Лейтен 726—8, Лаланд 21185, Росс 154, Грумбридж 1618, Крюгер 60, Лакайль 9352. А то и просто BD + 20°2465, что означает звезду № 2465 в зоне +20° Боннского обозначения неба (Bonner Durchmusterung), составленного в середине прошлого века немецким астрономом Ф. В. Аргеландером. Некоторые звезды, представляющие особенный интерес, называют по именам исследовавших их ученых: звезда Барнарда, звезда Каптейна, звезда ван Маанена.

Теперь попробуем познакомиться поближе с нашими соседями по Галактике. Конечно, не с каждой из 55 звезд — у нас не хватило бы для этого места. Но некоторые из наших соседей представляют для нас — по совершенно разным причинам — значительный интерес, и о них надо рассказать подробнее.

СОЛНЦЕ КАК ЗВЕЗДА

Солнце — ближайшая к нам звезда. О природе центрального тела солнечной системы, о процессах, на нем происходящих, об их влиянии на Землю написаны сотни

книг, тысячи статей. Но сейчас оно интересует нас только как звезда.

Нам не раз придется в дальнейшем сравнивать с Солнцем различные характеристики других звезд, поэтому полезно знать основные данные о нем самом.

Это средняя, рядовая звезда, так называемый желтый карлик. Его диаметр составляет 1 390 000 км (109 диаметров Земли), масса — $2,2 \cdot 10^{27}$ т (330 000 земных масс), средняя плотность — $1,42$ г/см³. Температура на поверхности Солнца равна 5800° К, к центру она возрастает, достигая колоссальных значений — до $13\,000\,000^\circ$. Основным источником его энергии, как и большинства звезд, служат термоядерные реакции, связанные с превращением водорода в гелий. Мощность солнечного излучения составляет $3,86 \cdot 10^{26}$ вт, иначе говоря, оно испускает за одну секунду столько энергии, сколько могли бы выработать 10 таких электростанций, как Волжская, за миллиард лет! Лишь одна двухмиллиардная доля этой энергии достигает нашей Земли.

Спектральный анализ показывает, что Солнце на 51% (по массе) состоит из водорода, на 42% — из гелия, 7% солнечной массы приходится на долю тяжелых элементов. Среди них основную роль играет азотно-кислородная группа (C, N, O), металлы (Mg, Fe, Ni, Ca, Al, Na и др.), а также кремний (Si) и сера (S). Всего на Солнце обнаружены линии 67 химических элементов. Спектр Солнца относится к спектральному классу G0.

Напомним, что по общепринятой спектральной классификации к классу O относятся самые горячие бело-голубые звезды (температура $25\,000^\circ$ и выше), к классу B — звезды с температурой около $15\,000^\circ$, к классу A — белые (водородные) звезды с температурой около $10\,000^\circ$. Эти спектральные классы называют ранними. Далее идут бело-желтые звезды класса F (температура 8000°), желтые звезды класса G (6000°), оранжевые звезды класса K (4500°) и красные звезды класса M (3000°). Есть и другие классы холодных звезд, но среди соседей Солнца их представителей нет, а потому мы не будем их перечислять.

Принадлежность звезды к тому или иному спектральному классу определяют по относительной интенсивности линий их спектра и по распределению энергии в спектре. Практика заставила астрономов ввести десятичные подразделения спектральных классов

(например, G0, G1, G2..., G5, ..., G9, K0 и т. д.)

Основные характеристики каждой звезды — ее спектральный класс (определяющий, в частности, температуру звезды) и ее светимость, т. е. отношение силы света звезды к силе света Солнца (светимость Солнца принимается за единицу). По этим двум признакам составлена известная диаграмма «спектр—светимость», называемая также диаграммой Герцшпрунга — Ресселла (рис. 2). Из этой диаграммы видно, что звезды располагаются вдоль каких-то определенных последовательностей. Различают главную последовательность, последовательность ярких субкарликов, группу красных сверхгигантов и группу белых карликов. Есть и другие ветви на диаграмме, отражающие так или иначе эволюционный путь звезд.

Однако нам не придется останавливаться здесь на этом интереснейшем вопросе, так как перед нами стоит другая задача — познакомить читателя с нашими ближайшими соседями в мире звезд. Постучимся же, если можно так выразиться, в первую дверь.

БЛИЖАЙШАЯ СОСЕДКА

Это звезда южного полушария α Центавра; невидимая в Советском Союзе. Зато на южном небе она ярко светит, превосходя по блеску такие звезды северного неба, как Вега или Арктур. На всем небе она по яркости занимает третье место.

В 1832 г. эта звезда привлекла внимание английского астронома Томаса Гендерсона, который изучал ее собственное движение на обсерватории в Иоганнесбурге (Мыс Доброй Надежды). Перемещение звезды составляло 3,7 секунды дуги в год — величина немалая для звезд. Обработав свои наблюдения, Гендерсон в 1839 г. обнаружил, что на поступательное движение накладывается параллактическое смещение звезды по эллипсу с годичным периодом. Большая полуось эллипса, который описала эта звезда за год (если исключить ее собственное движение), достигала $0",75$ (по первым измерениям Гендерсона — даже $0",9$). Это означало, что α Центавра — ближайшая к нам звезда и находится от нас на расстоянии 1,33 парсека, или 4,3 светового года.

Еще в 1709 г. было обнаружено, что α Центавра — двойная звезда (рис. 3). Она состоит из двух почти одинаковых компонентов, разделенных на небе угловым рас-

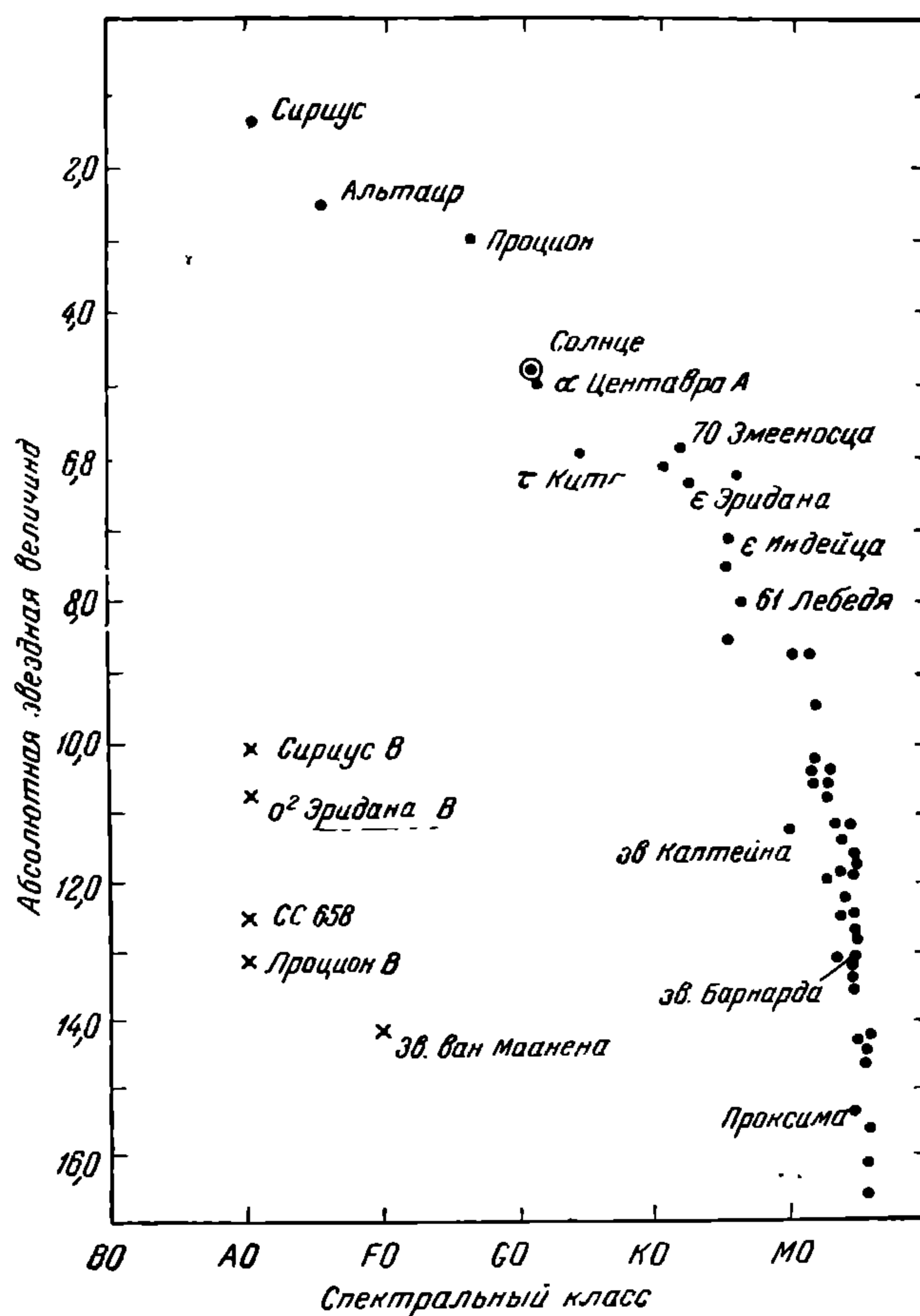


Рис. 2. Диаграмма Герцшпрунга — Ресселла («спектр — светимость») для близких звезд. Абсолютная звездная величина пропорциональна логарифму светимости

стоянием $17",a$ в пространстве — 23 а. е (чуть больше, чем от Солнца до Урана). Более яркая звезда пары — почти точная копия Солнца: у нее та же светимость, тот же спектральный класс (а значит и температура), почти та же масса.

Более слабая звезда несколько меньше и краснее Солнца: ее масса составляет 0,9 солнечной, но из-за более низкой температуры (около 4500°) светимость ее почти в четыре раза меньше, чем у Солнца. В 1882 г. английский астроном Доберк, обработав наблюдения положений обеих звезд за несколько десятков лет, установил, что обе звезды обращаются вокруг общего центра масс, совершая полный оборот за 80 лет.

Казалось, что ближе α Центавра никаких звезд нет и что эта система действительно состоит из двух звезд. Но вот в 1917 г. астроном Р. Иннес в Южной Африке обратил

внимание на слабую звездочку 11-й величины, находившуюся в двух градусах от α Центавра. Она имела почти такое же собственное движение, что и яркая звезда. Измерение параллакса этой звездочки показало, что она на одну сотую парсека (на 2000 а. е.) ближе к нам, чем Альфа. Поэтому ее назвали Проксима, что означает «ближайшая». Вскоре стало ясно, что близость на небе, совпадение расстояний и собственных движений означают не что иное, как принадлежность Проксима к системе α Центавра. Таким образом, это не двойная, а тройная система. Проксима отстоит от главных звезд системы на 11 000 а. е. (0,05 парсека). Нетрудно подсчитать, что полный оборот вокруг пары ярких звезд Проксима завершает... за 800 тыс. лет.

Проксима Центавра — красный карлик класса M5 с очень малой светимостью — в 20000 раз меньше солнечной. Температура на ее поверхности не превышает 2600° . По диаметру Проксима Центавра примерно в 6 раз меньше Солнца, т. е. она в $1\frac{1}{2}$ раза больше планеты Юпитер. Однако масса этой звезды лишь в 8 раз меньше солнечной и в 125 раз превосходит массу Юпитера. Это значит, что средняя плотность Проксима примерно в 30 раз превосходит плотности Солнца и Юпитера (которые почти одинаковы) и достигает 40 г/см^3 .

Среди 55 звезд-соседей Проксима Центавра — одна из самых маленьких. Только три звезды еще меньше ее. Любопытно, что с Альфы Центавра она кажется звездочкой лишь четвертой величины, ничем не выделяясь среди других звезд.

«ЛЕТАЮЩАЯ» ЗВЕЗДА БАРНАРДА И ЕЕ СОПЕРНИЦЫ

В 1916 г. известный американский астроном-наблюдатель Эдуард Барнард, сопоставляя фотографии избранных участков неба, полученные с интервалом в несколько лет, обратил внимание на слабую звезду 10-й величины, находящуюся в созвездии Змееносца. Эта звездочка буквально «летела», перемещаясь на 10,3 секунды дуги за год. За время, протекшее от первых наблюдений Барнарда, она переместилась на четверть диаметра лунного диска, наглядно доказывая, что термин «неподвижные звезды», еще

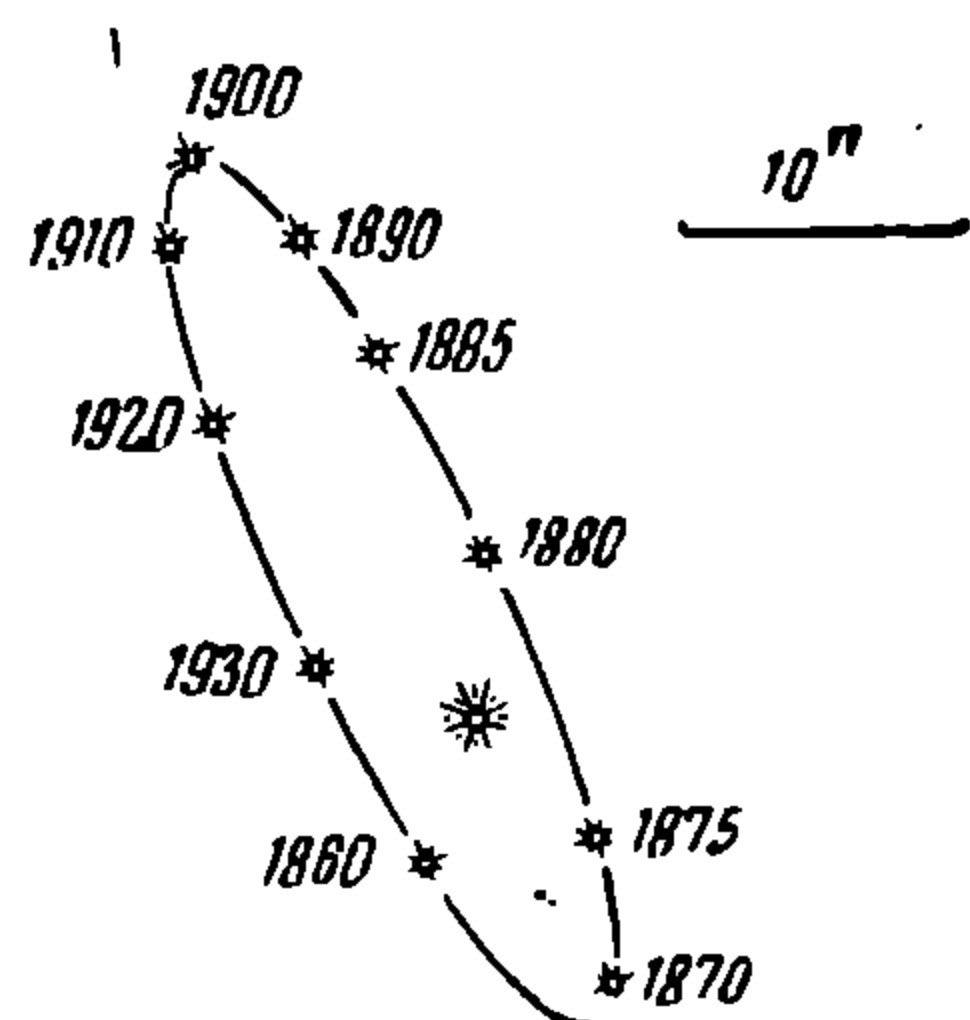


Рис. 3. Видимая орбита двойной звезды α Центавра

применяемый по традиции в астрономии, давно устарел.

Звезда Барнарда оказалась одной из самых близких к нам звезд после системы α Центавра. Ее расстояние от нас составляет 6 световых лет. Но такое быстрое видимое собственное движение объясняется не только близостью к нам звезды Барнарда. Она и в самом деле «летающая» — ее скорость в пространстве составляет 140 км/сек (напомним, что скорость движения Солнца — 20 км/сек , а Центавра — 32 км/сек).

У «летающей» звезды Барнарда вскоре нашлись соперницы. Голландский астроном Я. Б. Каптейн, тоже по фотографиям, нашел другую «летающую», с собственным движением 8,8 секунды дуги, столь же слабую, как и звезда Барнарда, но расположенную вдвое дальше, на расстоянии 13 световых лет. Это означало, что звезда Каптейна мчится в пространстве почти вдвое быстрее, чем звезда Барнарда — ее скорость достигает 290 км/сек .

Но и звезда Каптейна недолго оставалась рекордсменкой по скорости. Определения координат звезды № 1830 в каталоге полярных звезд Грумбриджа путем меридианных наблюдений позволили вычислить ее собственное движение — 7 секунд дуги. Но звезда Грумбридж 1830 находится уже на расстоянии в 30 световых лет (она не входит в число 55 звезд-соседей) и ее пространственная скорость достигает 325 км/сек .

Для полноты картины скажем, что и эта звезда — не самая быстрая. Две звездочки 9-й и 10-й величины (№ 5583 и 5584 из каталога Вашингтонской обсерватории), находящиеся в 80 световых годах от нас, несутся со скоростью 530 км/сек . По-видимому, они физически связаны между собой и образуют двойную систему. А переменная звезда SZ Цефея мчится со скоростью, превышающей 1000 км/сек !

Все «летающие» звезды — желтые и красные карлики. Звезды-гиганты ведут себя куда спокойнее.

ТРИ ГИГАНТА

Среди 50 звезд-карликов, окружающих Солнце, гордо выделяются три гиганта: Сириус, Прокцион и Альтаир. По своей светимости они превосходят Солнце, соответствен-

но, в 23, 6 и 8 раз. Сириус и Альтаир — белые гиганты спектрального класса А, Прокцион — бело-желтый гигант класса F 5. Температура их поверхности превышает температуру Солнца, достигая у Сириуса $12\,000^\circ$, у Альтаира $10\,000^\circ$ и Прокциона 7000° .

Впрочем, три наших соседа-гиганта — не из самых крупных гигантов. Мы знаем, что есть звезды, превосходящие Солнце по диаметру в сотни раз. Наши же три соседа лишь в 1,5—2 раза больше Солнца по диаметру (рис. 4). Масса Сириуса также лишь в 2,5 раза превышает массу Солнца, масса Альтаира, вероятно, немногим больше (точно она неизвестна), а масса Прокциона лишь чуть больше солнечной.

Однако в отношении Сириуса и Прокциона необходимо сделать важную оговорку. Дело в том, что обе эти звезды — двойные системы, и, говоря о массах, мы все время имели в виду массы главных звезд. А между тем спутники этих звезд тоже вполне могут тягаться по массе с Солнцем. Их открытие составляет одну из славных страниц в истории астрономии.

АСТРОНОМИЯ НЕВИДИМОГО. XIX ВЕК

Обычно когда говорят об астрономии невидимого, об открытиях, сделанных «на кончике пера», о примерах научного предвидения в астрономии, вспоминают, как Нептун и Плутон были обнаружены по их гравитационным воздействиям на другие планеты. Но и звездная астрономия может дать примеры подобных открытий. О двух из них мы сейчас и расскажем.

Изучая собственное движение Сириуса и Прокциона, Фридрих Бессель еще в 1834—1840 гг. обнаружил, что обе звезды движутся неравномерно. В 1844 г., обработав длинный ряд меридианных наблюдений этих звезд, астроном пришел к выводу, что неправильности в их движении объясняются возмущающим действием невидимых спутников, которые, исходя из научных представлений

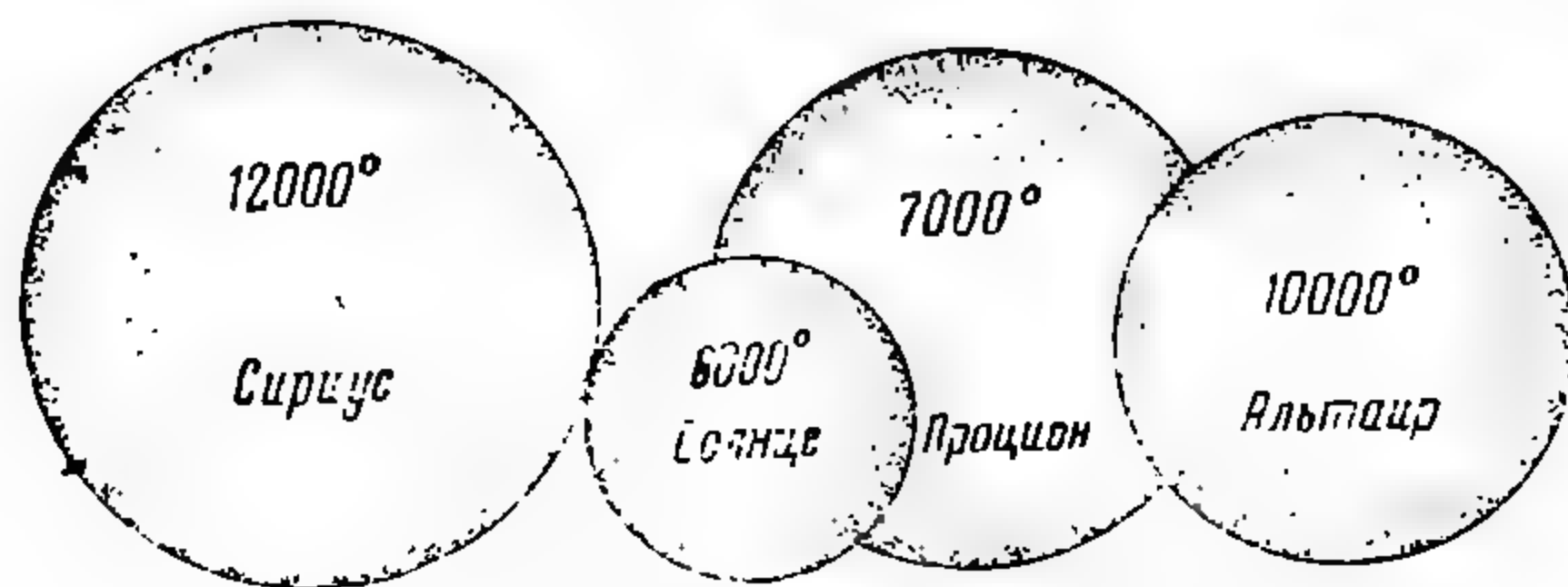


Рис. 4. Сравнительные размеры и температура Солнца и трех звезд-гигантов

того времени, он считал темными, погасшими звездами. Бессель даже приблизительно определил их периоды обращения — 50 лет, как для Сириуса, так и для Прокциона. Позже немецкий астроном Артур Ауверс уточнил период обращения спутника Прокциона, получив для него 40 лет. Но природа обоих спутников оказалась совсем иной, чем предполагал Бессель, хотя основное его предсказание блестяще подтвердилось.

Вечером 31 января 1862 г. известный американский оптик Альван Кларк (создавший впоследствии крупнейшие в мире астрономические объективы, в том числе 76-сантиметровый пулковский) испытывал только что изготовленный им 46-сантиметровый объектив рефрактора, заказанного университетом Миссисипи. Он навел телескоп на Сириус и тут увидел вблизи Сириуса слабую звездочку 7-й величины, находившуюся от него на расстоянии в 7 секунд дуги (рис. 5). Таким образом, светимость спутника была в 3000 раз меньше светимости самого Сириуса. Цвет его был белый, температура — почти такая же, как у самого Сириуса. Слабый блеск объяснялся исключительно малыми размерами звезды — она в 55 раз меньше Сириуса (по диаметру) и примерно в 30 раз меньше Солнца.

С другой стороны, изучение смещений обеих звезд относительно их общего центра масс (рис. 6) показывало, что масса спутника Сириуса лишь в 2,5 раза меньше массы главной звезды и составляет 0,97 массы Солнца.

13 ноября 1896 г. астроном Ликской обсерватории Шеберле открыл в большой 91-сантиметровый рефрактор (тоже работы Альвана Кларка) слабый спутник Прокциона. Это была звездочка 11-й величины, расположенная всего в 4 секундах дуги от яркой звезды. Неудивительно, что ее было так трудно обнаружить.

Спутник Прокциона уступал в светимости главной звезде уже в 13 000 раз, а по массе —

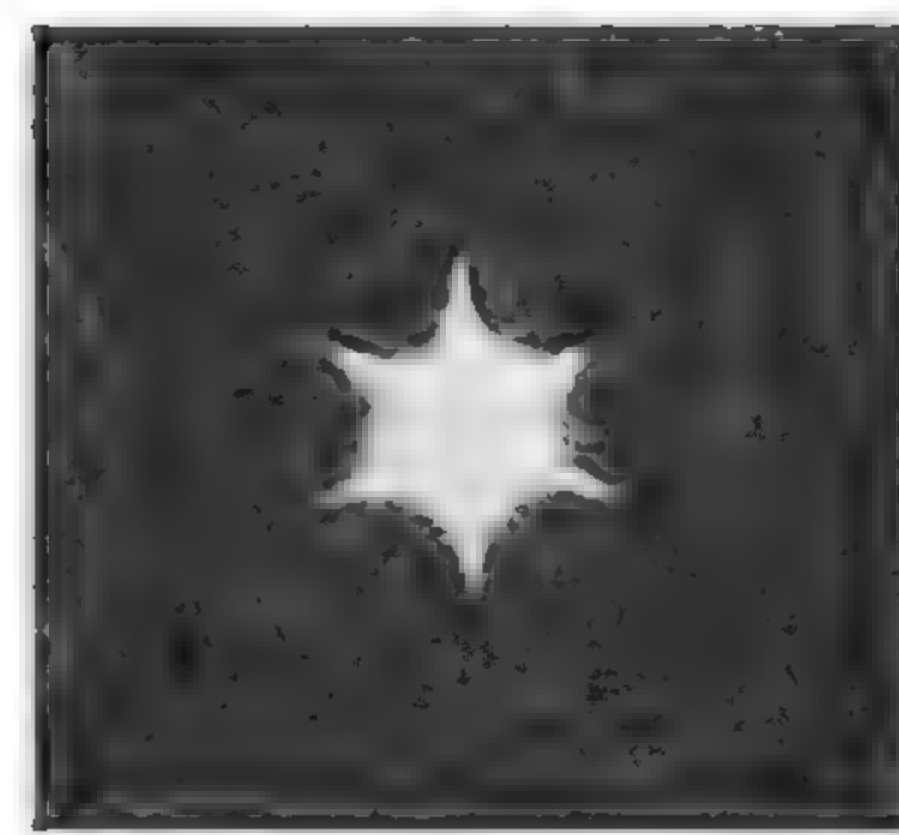


Рис. 5. Сириус и его спутник. Фотография получена 26 марта 1961 г. на 24-дюймовом рефлекторе обсерватории Спроул. «Шестиугольная» форма изображения Сириуса вызвана дифракцией от краев гексагональной диафрагмы. Расстояние до спутника $9'',2$

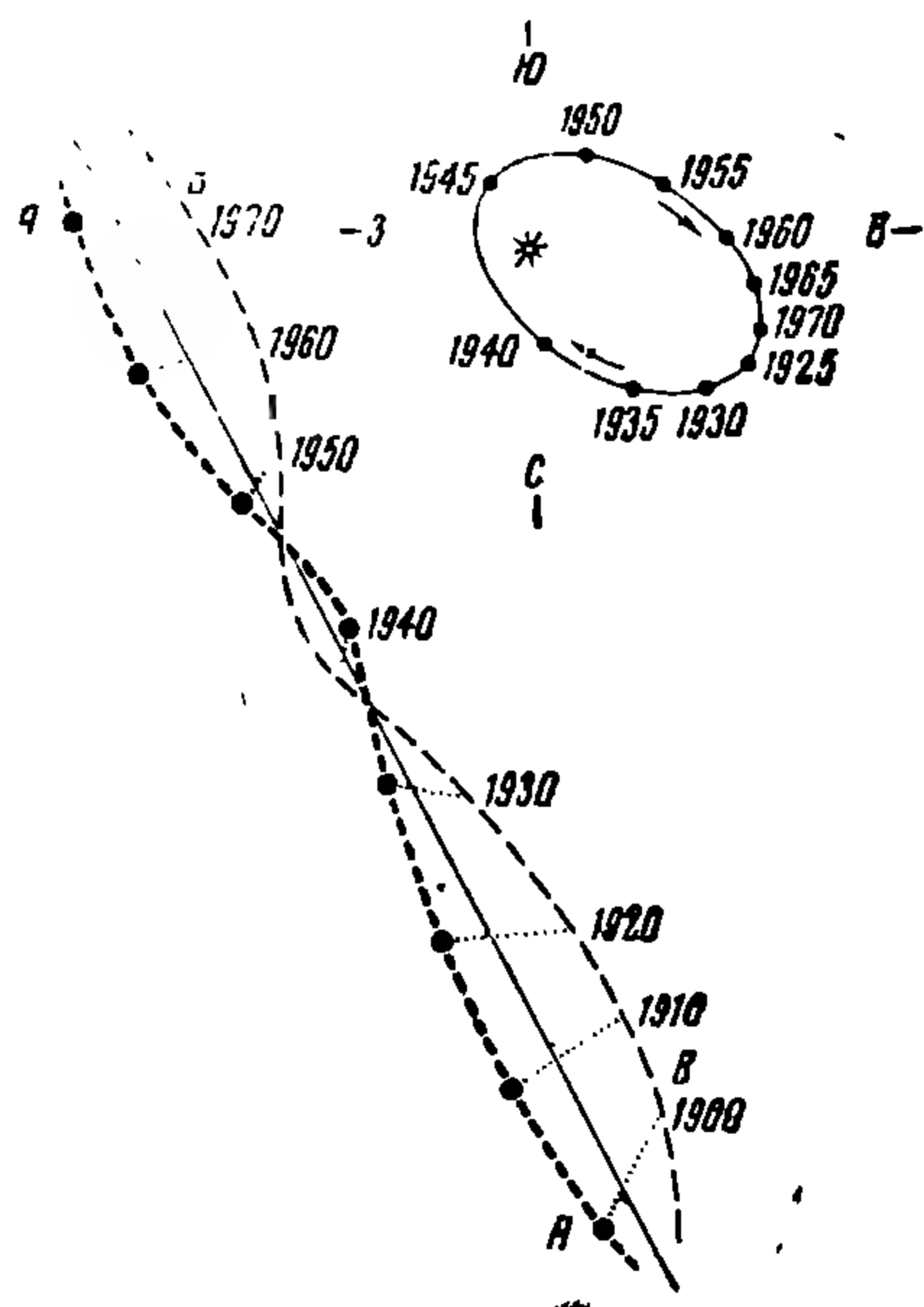


Рис. 6. Видимое движение Сириуса (жирный пунктир) и его спутника (тонкий пунктир); орбита спутника Сириуса (вверху, справа)

только в 2,8 раза. Как и спутник Сириуса, он представлял загадку для ученых.

В 1914 г. астрономы подсчитали, что для согласования полученных значений массы и размеров спутника Сириуса придется допустить, что он имеет чудовищную плотность — $40\,000\text{ г/см}^3$. Плотность спутника Прокциона оказалась еще больше — около $300\,000\text{ г/см}^3$. Такое состояние вещества представлялось вначале необъяснимым.

Развитие атомной физики и теоретической астрофизики в 20-х годах нашего столетия помогло разрешить эту загадку.

БЕЛЫЕ КАРЛИКИ

Как устроены звезды? Пусть нам известны светимость звезды, ее радиус, масса, температура поверхности. Спектральный анализ рассказывает нам о составе ее наружных слоев. Но каково внутреннее строение этой звезды? Как меняются с глубиной плотность, давление, температура? Каково физическое состояние атомов в недрах звезд?

Основы современной теории внутреннего строения звезд были заложены в 1916 г. английским астрофизиком Артуром Эддингтоном. Ему удалось доказать, что в недрах звезд давлению вышележащих слоев противостоит не только давление газа внутри звезды, но и давление излучения, выходящего из ее недр. Дальнейшее исследование условий, царящих в недрах звезд, показало, что атомы там должны быть ионизованы, т. е. значительное число электронов должно быть оторвано от своих атомов.

В 1924 г. Эддингтон доказал, что ионизованный газ может быть при высоких давлениях сжат практически до бесконечности. Тем самым объяснялась загадка белых карликов. Ведь даже для водорода 99,95% массы атома приходится на долю ядра (для более тяжелых элементов эта доля еще больше). Но по объему ядро не составляет и одной миллиардной объема атома. Поэтому газ, состоящий из одних атомных ядер и свободных электронов (такой газ называется вырожденным), может иметь плотность, в миллионы раз превосходящую плотность нормального газа. Возможность существования вырожденного газа была доказана в 1926 г. итальянским физиком Энрико Ферми. И, как часто бывает, примеры нового, неизвестного ранее состояния вещества были найдены не на Земле, а в космосе. Это белые карлики (рис. 7).

В то время их было известно только два. Но вскоре голландский астроном ван Маанен открыл в созвездии Рыб слабую звездочку 12-й величины, которая оказалась тоже на-

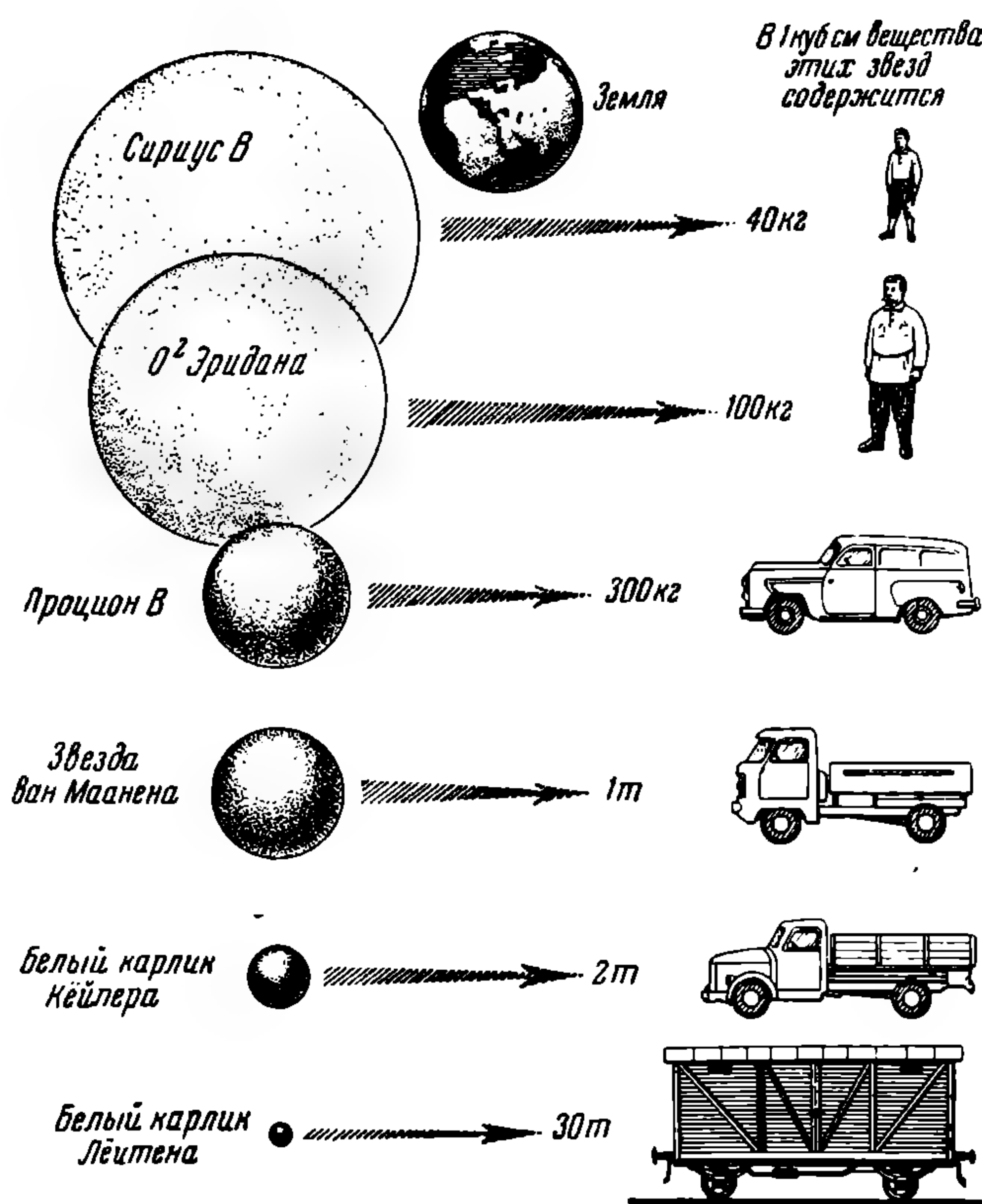


Рис. 7. Размеры и плотность некоторых белых карликов

шей близкой соседкой — ее расстояние составляло 13,8 световых лет. В отличие от спутников Сириуса и Прокциона, эта звезда была одиночной, и определить ее массу точным методом небесной механики было нельзя. Но ее ничтожная светимость (почти в три раза меньше, чем у спутника Прокциона) в сочетании с довольно высокой температурой ясно показала, «с кем мы имеем дело». По своим размерам эта звезда почти равна Земле. Зная размеры звезды и ее наружную температуру, можно было построить модель ее внутреннего строения и определить таким образом массу. Оказалось, что ускорение силы тяжести на ее поверхности в 100 000 раз больше, чем на нашей Земле.

До 1939 г. было открыто еще три белых карлика, из которых два входят в список звезд-соседей. Это один из двух слабых спутников тройной звезды α^2 Эридана и звезда СС 658. Обе они очень слабы (9-й и 11-й величины) и находятся на расстоянии 16 световых лет от солнечной системы.

В послевоенное время число известных белых карликов стало быстро возрастать. К 1953 г. было зарегистрировано уже 267, а в настоящее время — свыше 500. Некоторые обсерватории специально занимаются «вылавливанием» белых карликов из общей массы звезд. Большие успехи достигнуты и в теоретическом объяснении их строения. Установлено, что белые карлики состоят в основном из гелия с примесью тяжелых элементов и очень небольшой доли водорода. Источник их энергии — не термоядерные реакции, как у большинства звезд, а гравитационное сжатие. Возможно, что белые карлики — конечная стадия эволюции звезд, может быть это удел и нашего Солнца.

АСТРОНОМИЯ НЕВИДИМОГО. XX ВЕК

В 1939 г., почти ровно через 100 лет после работ Бесселя, приведших к открытию спутников Сириуса и Прокциона, появилась статья шведского астронома Хольмберга о невидимых спутниках звезд. Обработав наблюдения положений 8 близких к нам звезд, Хольмберг обнаружил в них периодические колебания с амплитудой в несколько сотых долей секунды дуги, т. е. примерно

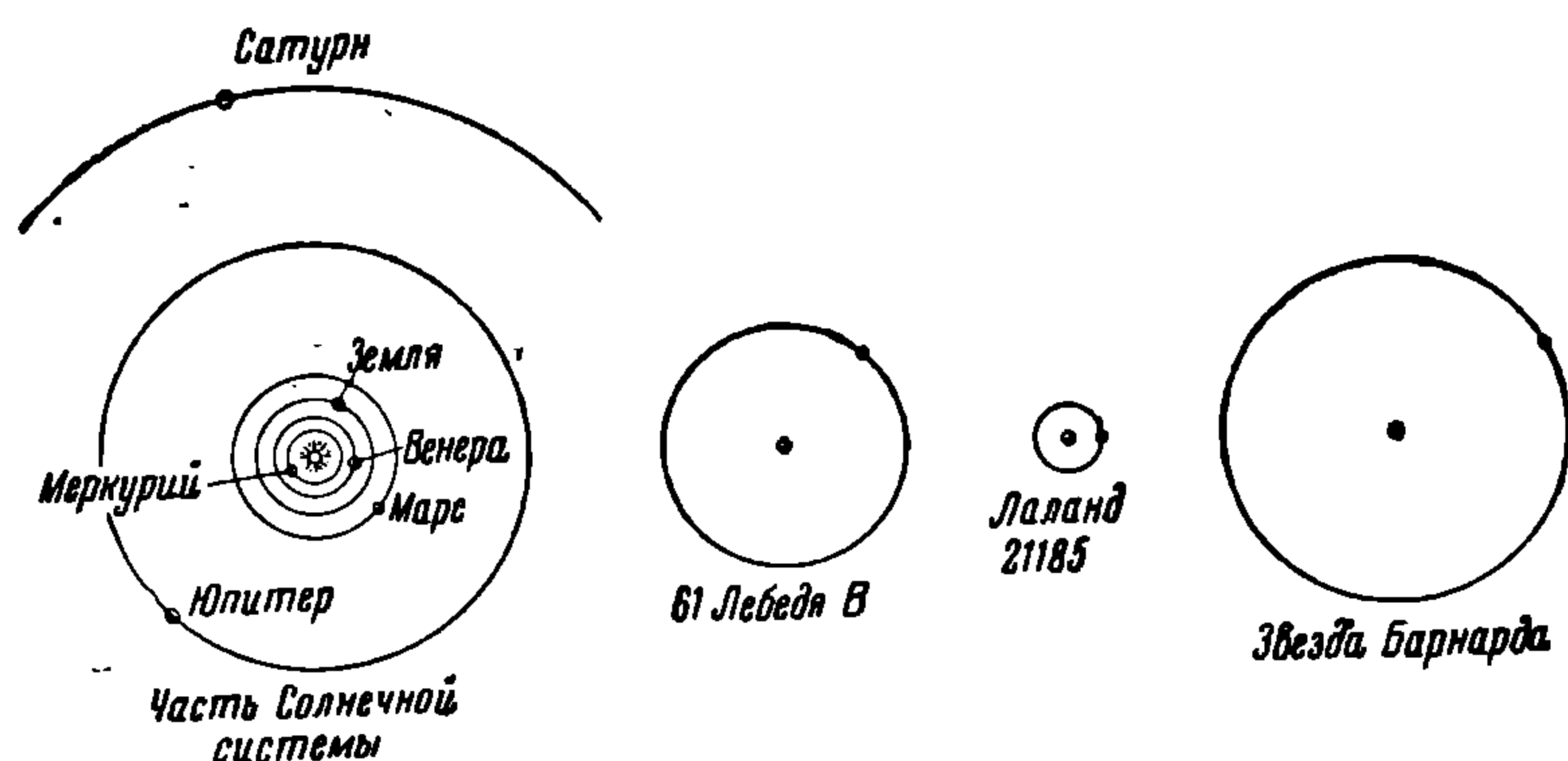


Рис. 8. Предполагаемые орбиты некоторых планетоподобных спутников звезд в сравнении с частью солнечной системы

в 100 раз меньше, чем те, с которыми имел дело Бессель. Хольмберг пришел к выводу, что у многих звезд есть невидимые спутники с массами от 0,002 до 0,02 солнечной массы (от 2 до 20 масс Юпитера).

В основе работы лежал не столь обширный материал, чтобы она была достаточно убедительной. Но она дала толчок дальнейшим исследованиям в этом направлении. Были «взяты на прицел» 12 звезд, обнаруживших периодические изменения координат, среди которых были наши соседи и старые знакомые — Проксима Центавра, 61 Лебедя, звезда Барнарда, α^2 Эридана, 70 Змееносца, Лаланд 21185, Росс 614 и другие. Естественно, что у более близких звезд мы имеем больше шансов обнаружить незначительные смещения под действием притяжения спутников малой массы.

Астроном К. Странд из обсерватории Спроул (США) в 1943 г. сообщил о подтверждении существования темного спутника у звезды 61 Лебедя. Тщательные фотографические наблюдения этой звезды, проводившиеся на Пулковской обсерватории с 1895 по 1940 г., были обработаны А. Н. Дейчем, который в 1951 г. определил орбиту и массу спутника. Эта орбита имеет большую полуось в 3 а. е. Период обращения спутника составляет 5 лет, а его масса — 0,02 массы Солнца (рис. 8).

В 1960 г. был установлен темный спутник у звезды Лаланд 21185 (масса — 0,01 солнечной), а в 1963 г. — у звезды Барнарда. Спутник звезды Барнарда движется вокруг своей звезды на расстоянии в 4,4 а. е. (чуть ближе, чем Юпитер вокруг Солнца), но период обращения его занимает 24 года (вдвое больше, чем у Юпитера), что объясняется ма-

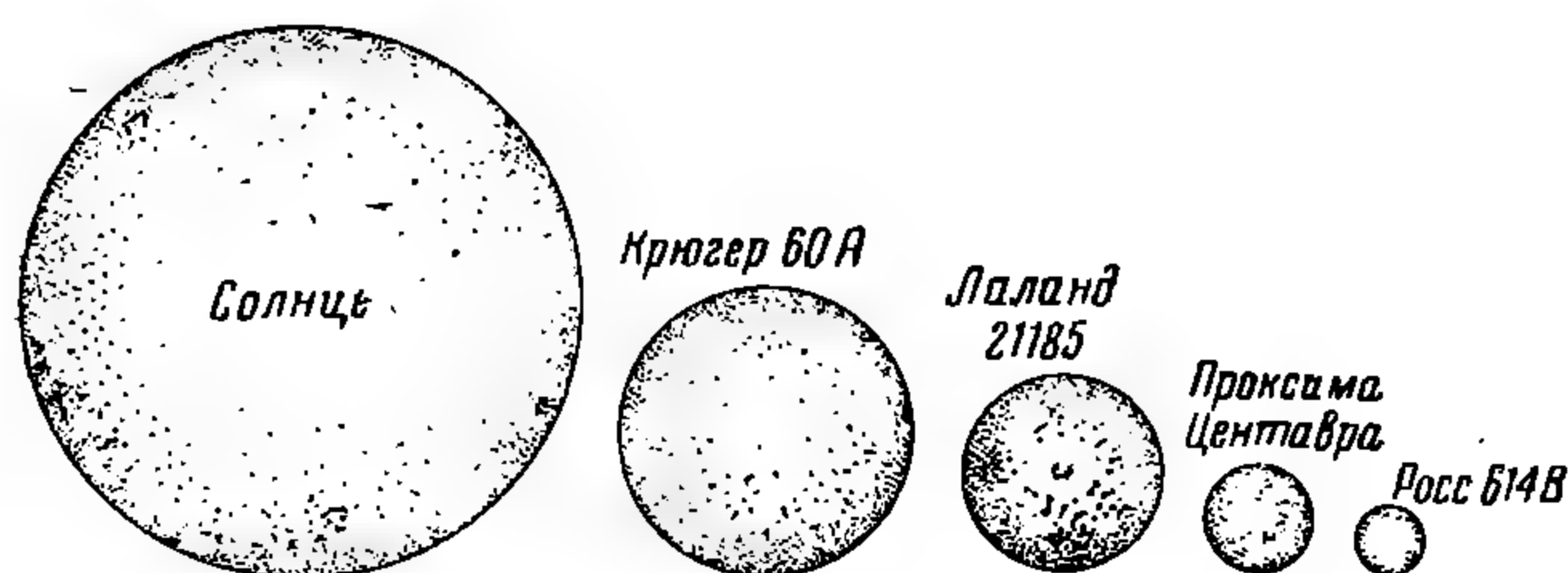


Рис. 9. Звезды — красные карлики и Солнце

лой массой центральной звезды — она в 7 раз меньше массы Солнца. Спутник звезды Барнарда, по вычислениям ван де Кампа, имеет массу всего в 0,0015 солнечной, т. е. он только в 1,5 раза массивнее Юпитера.

Невидимый спутник столь же малой массы был обнаружен и у Проксимы Центавра. Его орбита меньше орбиты Земли, а период обращения равен 2,5 годам. Однако результаты, относящиеся к Проксиме и к 70 Змееносца (спутник которой, по-видимому, имеет массу в 0,01 солнечной и период обращения в 17 лет), нельзя еще считать достаточно надежными. Их исследование продолжается.

Совсем иной результат дало изучение звезды Росс 614. Эта звезда — красный карлик с массой в 0,15 солнечной — испытывала очень сильные отклонения, куда большие, чем все звезды, о которых мы до сих пор говорили. У нее тоже оказался спутник, но не темный, а светлый. Это была маленькая звездочка 15-й величины. Ее исследование показало, что это звезда с наименьшей известной массой — всего лишь в 0,08 солнечной. Теоретический анализ показывает, что звезд с массой меньшей 0,07 солнечной вообще не может быть, так как температура в их недрах будет недостаточна для поддержания термоядерных реакций.

А как же те невидимые спутники, о которых мы только что говорили? Ведь их массы намного ниже этого предела. Ясно, что вывод может быть один: это не звезды, это — планеты. Подтверждается на наших глазах замечательная идея Джордано Бруно о существовании других планетных систем. Да, именно систем, потому что если у звезды две или несколько планет, она должна испытывать такие же возмущения, как от одной планеты суммарной массы, находящейся в центре масс всех планет. Наше Солнце тоже движется по маленькому эллипсу вокруг центра масс солнечной системы, причем форма его орбиты и положение на ней

определяется расположением двух самых массивных планет — Юпитера и Сатурна, на долю которых приходится 92% общей массы планет солнечной системы.

Итак, из 12 самых близких звезд, находящихся ближе 10 световых лет, у четырех (включая Солнце) есть планетные системы. А ведь мы не можем пока обнаружить существование планет с массой меньше массы Юпитера. Если есть системы, где наибольшие планеты подобны нашей Земле, то нужно хотя бы в 100 раз повысить точность наблюдений, чтобы обнаружить их по возмущениям в движении звезд. Но ведь такие системы, такие планеты могут быть! Как же их обнаружить? Нет ли для этого других путей?

БРАТЯ ПО РАЗУМУ! ОТКЛИКНИТЕСЬ!

Да, такой путь есть, — отвечает на этот вопрос известный советский астрофизик профессор И. С. Шкловский¹. Он заключается в попытках установить... прямую радиосвязь с другими цивилизациями, населяющими планеты соседних с нами звезд. Эта мысль была высказана впервые американскими учеными. Г. Коккони и Ф. Моррисоном в 1959 г. Мы не будем подробно излагать здесь те соображения, которые позволили ученым обосновать эту замечательную идею — они достаточно подробно рассмотрены в книге И. С. Шкловского². В основе их предложения лежит передача и прием сигналов на волне 21 см — такова длина волны радиоизлучения межзвездного водорода. Любая цивилизация, дошедшая до уровня современного человечества, должна прослушивать сигналы из космоса на этой волне — сперва с целью изучения свойств межзвездного водорода и его распределения в Галактике, а потом, возможно, для поисков других цивилизаций.

Но куда в первую очередь направить наши сигналы и откуда их можно ожидать?

На первый взгляд может показаться, что следует выбрать те звезды, у которых обнаружены планетоподобные спутники. Ведь где есть планеты, там может быть и жизнь. Но более тщательное рассмотрение вопроса показывает, что подход должен быть иной.

Представим себе планеты, обращающиеся

¹ См. «Природа», 1960, № 7, стр. 21—30; 1963, № 12, стр. 21—23.

² См. И. С. Шкловский. Вселенная, жизнь, разум. Изд-во АН СССР, 1962.

вокруг таких звезд, как Проксима Центавра, звезда Барнарда, Лаланд 21185, 61 Лебедя В. Все эти звезды — красные карлики (рис. 9), их светимость в сотни и тысячи раз меньше светимости Солнца. Поэтому даже на ближайших к звезде планетах температурные условия будут слишком суровыми для возможности развития там жизни.

Не могут быть источниками жизни и белые гиганты — эти звезды слишком молодые, а жизнь, как показывает история Земли, возникает не ранее, чем через миллиард лет после образования планеты. Следует исключить также двойные системы, где движение планет неустойчиво и температурные условия резко меняются, и, конечно, белые карлики — звезды, пережившие катастрофу.

Остаются звезды типа Солнца, имеющие спектральный класс от F2 до K5. Косвенные данные указывают нам на то, что именно у этих звезд скорее всего образуются планетные системы. Дело в том, что скорости вращения звезд, определяемые спектроскопически, при переходе от класса А к классу F резко уменьшаются — в десятки раз. Возможно, что это связано с образованием планетных систем и передачей им момента количества движения звезды, как предполагает американский космогонист Ф. Хойль. Не будем обсуждать этот вопрос. Достаточно требования близости массы и светимости звезды (определяющих радиусы орбит и температурные условия на планетах) к массе и светимости Солнца.

Таких звезд среди наших соседей три: ϵ Эридана, τ Кита и ϵ Индейца. Все они расположены на расстояниях в 11—12 световых лет от нас и принадлежат к спектральным классам K2, G4 и K5 соответственно. Их светимости лишь в 3—8 раз меньше, чем у Солнца. Именно к ним в первую очередь и должны быть направлены наши приемные и передающие антенны.

Уже осенью 1960 г. американский радиоастроном Ф. Дрейк при помощи 27-метрового радиотелескопа обсерватории Грин Бэнк (США) и специально сконструированной для этой цели приемной установки «Озма» (рис. 10) начал прослушивание звезд ϵ Эридана и τ Кита. Наблюдения продолжались несколько месяцев и были прерваны, так как никаких сигналов принять не удалось. После вступления в строй нового гигантского 91-метрового радиотелескопа, наблюдения на этой обсерватории, возможно, будут возобновлены.



Рис. 10. 27-метровый радиотелескоп обсерватории Грин Бэнк (США). Здесь производились поиски сигналов от разумных обитателей других миров

Разумеется, даже в лучшем случае на прохождение радиосигналов туда и обратно уйдет 22—24 года. Если же наши братья по разуму находятся от нас еще дальше, чем названные выше три звезды, то на «переговоры» с ними уйдут десятки, а то и сотни лет. Но человечество будет терпеливо ждать ответа, как ожидали астрономы первого предсказанного возвращения кометы Галлея в 1758 г. (через 75 лет!), прохождения Венеры по диску Солнца в 1874 г. (через 105 лет!), повторной вспышки звезды Т Северной Короны в 1946 г. (через 80 лет!) и других редких явлений.

Будем же надеяться, что наши братья по разуму откликнутся и что нам удастся найти с ними «общий язык». Установление контактов с внеземными цивилизациями — благородная задача человечества.

Наконец, принципиально возможны полеты человека к другим звездным мирам¹. И для того, чтобы знать, куда и как направить первые межзвездные рейсы, космонавтам будущих веков пригодятся терпеливо накопленные астрономами знания о природе ближайших к нам звезд — соседей Солнца

¹ См. К. П. Станюкович, В. А. Бронштэн Межзвездные перелеты, сб. «Космос», вып. 1, Изд-во АН СССР, 1963.

ЛУННАЯ «ГЕОЛОГИЯ»

В. В. Козлов, Е. Д. Сулиди-Кондратьев

Всесоюзный аэрологический трест (Москва)

Успехи Советского Союза в освоении космического пространства приближают тот день, когда межпланетный корабль коснется поверхности Луны. При первых же исследованиях ее и дальнейшем освоении ведущая роль будет принадлежать геологическим наукам. Что же известно о строении лунной поверхности, о геологии нашего естественного спутника?

Изучением Луны занимались не только астрономы. Среди исследователей этой планеты мы встречаем имена известных геологов Эд. Зюсса, А. П. Павлова, В. И. Вернадского, А. Вегенера, Дж. Сперра, А. В. Хабакова. В последние годы выросло число геологов, занимающихся проблемой селенологии во многих странах мира. Уже составлены многочисленные фотогеологические карты, тектонические схемы, карты рельефа как всей Луны, так и отдельных ее участков. Появилось много различных предположений и гипотез о природе Луны, о процессах, происходящих на ее поверхности.

Какими методами можно исследовать Луну, пока ее поверхности не достигла космическая лаборатория? Наряду с визуальными наблюдениями и фотографированием мощными телескопами, на помощь пришли точные исследования отражательной способности и цвета, а также поляризационных свойств поверхности, радиоастрономические и спектральные исследования. На детальном анализе морфологии и других особенностей лунной поверхности и сравнении ее со строением Земли основываются географо-геологические методы. При изучении геологических процессов, происходящих на Луне, проводится много опытов по моделированию, получившему в последнее время широкое распространение при изучении земной коры. Однако, сопоставляя Землю и ее естественный спутник, приходится учитывать своеобразие Луны.

Прежде всего, она по своей массе составляет лишь 1/81 часть массы земного шара, а тяготение на поверхности Луны в 6 раз меньше, чем на Земле. На Луне полностью отсутствует гидросфера, атмосфера и биосфера, играющие важную роль в геологических процессах на Земле. Кроме того, на

Луне атмосфера не препятствует прониканию метеоритов и космического излучения, а также не смягчает резких колебаний суточной температуры, достигающей 270°. Исследования при помощи советской космической ракеты показали, что у Луны нет заметного внешнего магнитного поля и поясов радиации. Не случайно поэтому до сих пор остаются спорными кардинальные вопросы, относящиеся к строению лунной поверхности.

ВУЛКАНЫ ИЛИ МЕТЕОРИТНЫЕ КРАТЕРЫ?

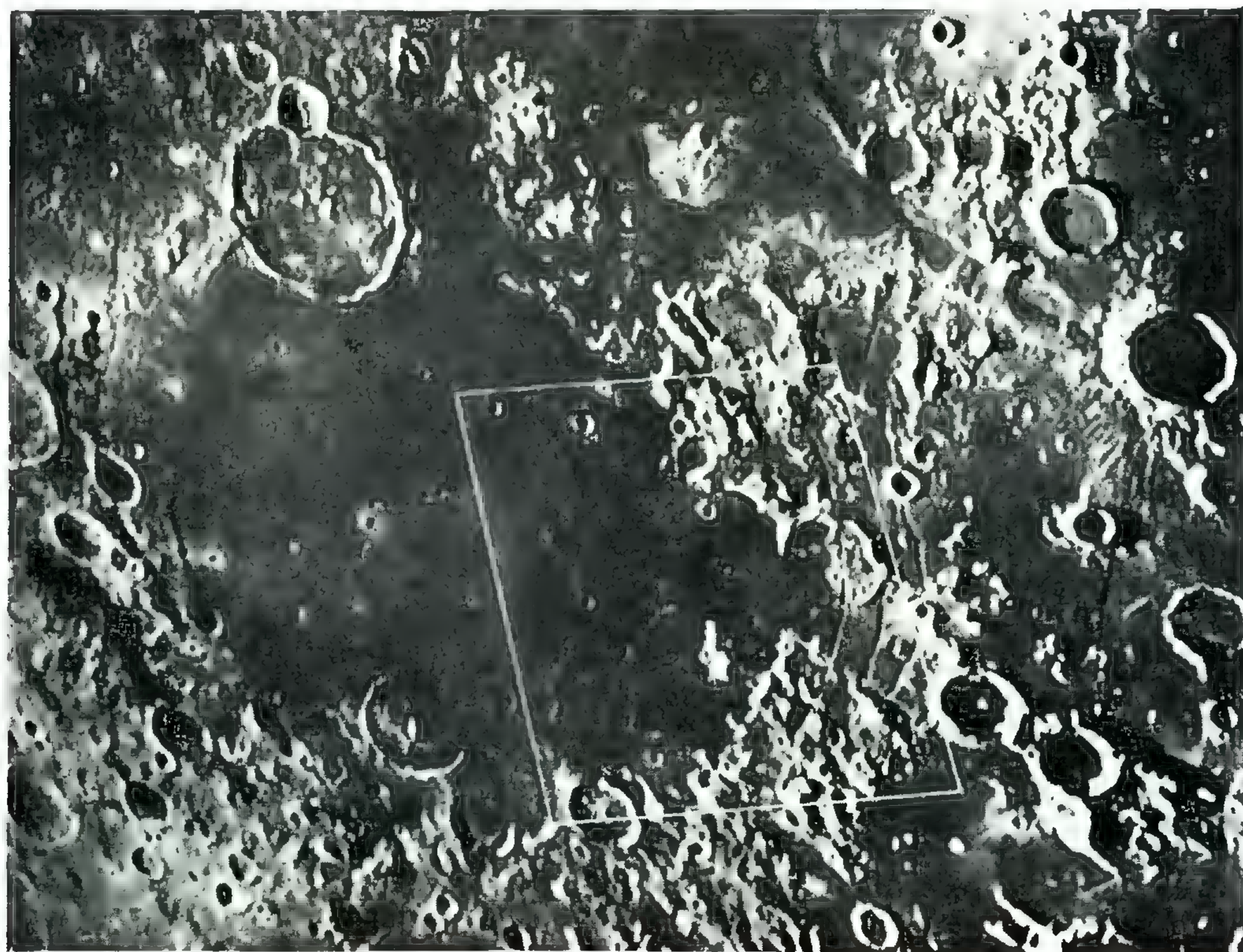
Посмотрите фотографии Луны и вам сразу бросится в глаза обилие громадных кольцевых гор на ее поверхности. Как же образовались эти лунные горы?

Существуют две основные гипотезы: баллистическая, или метеоритная, и вулканическая. Каждая из них привлекает большое число сторонников, и дискуссия, длящаяся многие десятилетия, не прекращается. Баллисты утверждают, что широкое распространение кольцевых гор на Луне и их сравнительная редкость на Земле объясняются свободным прониканием метеоритов к поверхности Луны из-за отсутствия там атмосферы. К тому же метеоритные кратеры в земных условиях подвержены интенсивному разрушению экзогенными процессами.

К настоящему времени проведены многочисленные опыты по моделированию лунных цирков, при которых некоторым исследователям (А. Вегенер, 1923; П. Ф. Сабанеев, 1963) удалось получить вполне тождественные по форме образования. Было установлено также, что при ударе метеорита, летящего с космической скоростью, на поверхности Луны должны происходить мощные взрывы. Проведены соответствующие расчеты (К. П. Станюкович, В. А. Бронштэн,



Обширная область сплошного развития кольцевых гор в юго-восточной части Луны (*сверху*). Хорошо видны многочисленные наложения мелких кратеров на крупные цирки Кавказские горы и Море Ясности (*снизу*). Этот участок выделяется большим разнообразием рельефа. Важно отметить, что по сравнению с территорией, показанной на рис. 1, здесь гораздо меньше кольцевых гор. Резкая разница в насыщенности лунной поверхности кратерами и цирками — один из доводов в пользу их эндогенного происхождения.



Дугообразный ряд кратеров, являющихся наложенными по отношению к цирку Клавий (*вверху*). Фотоснимок Моря Влажности и его горного обрамления (*снизу*). Отчетливо видно «море», выделяющееся своим темным тоном, и многочисленные кольцевые горы различной сохранности. Четко выделяются системы крупных трещин и гребни в пределах материков, а также валообразные структуры в периферических участках «моря». На этом снимке, в отличие от всех других, север расположен вверху. В рамке — участок фотогеологической карты (см. рис. 5 в тексте)

1960), которые выявили зависимость между силой и характером таких взрывов и строением кратеров. Особое внимание уделяется изучению земных метеоритных кратеров (Аризонского, Каалиярв в Эстонии, кратер центральной Австралии, Аравии и др.) и выявлению новых. Сторонники баллистической гипотезы использовали в качестве доказательства своей правоты даже воронки, образовавшиеся при подземных атомных взрывах, произведенных в США¹, которые несколько напоминают лунные цирки.

Эта гипотеза увязывается с общей теорией образования планет солнечной системы, разработанной О. Ю. Шмидтом. На ранней стадии развития Луны, когда разогрев радиоактивным теплом привел к формированию расплавленных недр и тонкой каменной оболочки, но еще продолжалась интенсивная бомбардировка крупными метеоритами (в том числе гигантскими космическими телами — планетезималями), на ее поверхности возникла основная часть лунных кратеров, а также «моря», затопленные излияниями темных лав. Метеоритная гипотеза подкрепляется и теоретическими расчетами термической истории Луны, проведенными Б. Ю. Левиным (1963). В соответствии с этой гипотезой подавляющее большинство кратеров возникло еще 3,5—4 млрд. лет тому назад, а сами кратеры — это результат единичных случайных ударов метеоритов.

О вулканическом происхождении лунных кратеров говорят еще более убедительные факты. Прежде всего, в формировании лунного рельефа выявляется периодичность, позволяющая устанавливать определенную последовательность в образовании кратеров разного возраста. А. В. Хабаковым (1946) были выделены современный, коперниковский, океанский, птолемеевский, алтайский, гиппархский и древнейший периоды на основе детального анализа лунной поверхности и выявленных взаимоотношений между лунными формациями. Кратеры разного размера на Луне размещены неравномерно, что подтверждается статистическими подсчетами. По-видимому, это объясняется связью особенностей строения кратеров с крупными тектоническими элементами. Одни тектонические области оказываются благоприятными для образования крупных кратеров, в то время



Молодой кратер Коперник, окруженный венцом радиальных гребней и светлых лучей, напоминающих вулканические лавовые потоки и выбросы пепла

как на других обширных участках отмечают лишь малые кратеры. Скорее всего основную роль здесь играет неодинаковая толщина лунной коры. Часто кратеры образуют ряды или цепочки, приуроченные к границам тектонических областей. Например, в центральной части видимой стороны лунного диска в меридиональном направлении протягивается ряд крупных кратеров — Вальтера, Региомонтана, Пурбаха, Арзахеля, Альфонса и Птолемея, закономерно приуроченных к области сопряжения обширного материка с Морем Облаков и Океаном Бурь. Многими исследователями неоднократно отмечалась связь цепочек кратеров с разрывными нарушениями и приуроченность отдельных кратеров к узлам пересечений разломов. Некоторые кратеры обнаруживают многофазность формирования, которая может быть объяснена лишь проявлением вулканизма (А. В. Хабаков, 1949). Наиболее важны для обоснования вулканической гипотезы наблюдения М. Леви и П. Пюизе над системами светлых лучей, окружающих некоторые кратеры. Оказывается, выбросы из кратера разделяются на несколько разновозрастных генераций, а это полностью противоречит представлениям об образовании кратеров в результате мгновенного взрыва метеорита.

На Земле широко известны и детально изучены формы вулканического рельефа. На-

¹ См. *E. M. Shoemaker. Interpretation of lunar craters, «Phys. and Astron. moon», New — York — London, Acad. Press. 1962.*



Гористый перешеек между Морем Ясности (обширное темное поле на фотоснимке) и Морем Паров. Видны многочисленные трещины, связанные с системой разломов северо-западного направления

и более крупные кальдеры земных вулканов примерно в 10 раз меньше по диаметру лунных цирков. Огромные размеры вулканических цирков Луны можно объяснить повышением интенсивности вулканизма в результате слабого лунного притяжения, а также более мощных тектонических процессов (связанных, в частности, с приливными эффектами в лунной коре) и с более высоким термическим градиентом Луны. Это, в свою очередь, может свидетельствовать о близости ее горячих недр. На повышенную интенсивность лунного вулканизма должно сказываться также отсутствие атмосферы (Дж. Грин, 1963).

Существенное подкрепление вулканическая теория получила на основе радиоастрономических исследований, проведенных В. С. Троицким (1963), которые доказали существование горячих недр Луны. Наконец в последние годы прямое подтверждение современного вулканизма Луны было получено в результате спектральных исследований кратера Альфонс (Н. А. Козырев, 1963). Таким образом, несмотря на спорность многих положений обеих гипотез, более убедительными представляются материалы, свидетельствующие о вулканическом происхождении лунных кратеров. По-видимому, роль

эндогенных процессов в развитии планет и их спутников была решающей.

ЛУНИТ — ГОРНАЯ ПОРОДА?

Вопрос о происхождении лунного рельефа тесно переплетается с проблемой строения и состава лунных пород. Фотометрические исследования показывают, что поверхность Луны темная, с бурым оттенком, шероховатая. На ней резко выделяются светлые области, или «материки», и темные районы, или «моря». Прямое сравнение фотометрических свойств лунной поверхности с земными породами, проводившееся Н. П. Барабашовым (1963), В. В. Шароновым (1960, 1962), Н. Н. Сытинской (1963) и другими исследователями, показало, что лунные породы ближе всего к вулканическим шлакам. Особо темный цвет поверхности может быть объяснен примесью большого количества метеорного вещества.

Радиоастрономические исследования Луны (В. С. Троицкий, 1963) позволяют считать поверхность ее очень пористой, состоящей из вещества, похожего на пемзу и обладающего низкой теплопроводностью. Предполагается, что по составу лунное вещество близко к обычным алюмосиликатным породам Земли. Согласно экспериментальному сравнению радиоизлучающих свойств Луны и земных пород это вещество в среднем должно содержать 60—65% окиси кремния, 20—25% окиси алюминия и 20% окиси калия, натрия, железа и магния. Данные радиоастрономических исследований не показывают в поверхностных слоях Луны большого количества метеорного железа.

Темный цвет Луны может быть связан и с другими явлениями. Изменение цвета поверхности могло в течение длительного времени происходить, например, в результате постоянной обработки лунных пород космическими лучами и микрометеоритами. Проведенные опыты убеждают в возможности такого предположения. Интересен, в частности, тот факт, что так называемые светлые лучи со сравнительно высокой отражательной способностью есть только у кратеров молодого возраста. Возможно, у ряда сходных по строению древних кратеров также были лучи, но материал их потемнел со временем, и они слились с общим темным фоном подстилающих пород.

Однако пока образцы лунных пород не станут объектами прямого исследования наземных лабораторий, их строение и состав

останутся во многом загадочными. Сейчас ясно одно, что по своим свойствам лунные горные породы все-таки существенно отличаются от земных образований. Поэтому для них был предложен специальный термин — лунит. Большинство исследователей склонно считать, что «моря» сложены более темными, а следовательно, более основными породами, чем материки. Дж. Сперр (1945) и К. Бюлов (1962) считают необходимым подчеркнуть эти различия, называя морские породы лунобазой, а материковые — луноритом.

Длительные наблюдения над поверхностью Луны показывают, что там несомненно происходят процессы разрушения. Хорошо видно, что древние цирки резко отличаются от молодых кратеров по степени сохранности.

Каким же образом могут перемещаться и где накапливаются продукты лунной денудации? Недавно распространилась гипотеза Т. Голда (1961) о существовании мощного пылевого покрова на поверхности Луны. Перемещение пылинок в понижении рельефа он объяснял действием электростатических сил, возникающих под влиянием космического облучения. При этом «моря» рассматривались в качестве впадин, заполненных слоем пыли мощностью в несколько километров. Однако наблюдения и проведенные эксперименты показали, что эта гипотеза не обоснованна. Местами на Луне видны крутые уступы и зияющие трещины, которые более свойственны скальным породам. Радиоастрономические наблюдения дали возможность установить, что поверхностным частям Луны отвечает лишь однослойная модель из пористого вещества, похожего на пемзу. Лабораторные исследования также установили, что при облучении, близком к космическому, происходит своего рода спекание частиц. Наконец, расчеты электростатических сил показали, что они весьма невелики и не могут играть большой роли в транспортировке материала.

Но все-таки экзогенные процессы на поверхности Луны несомненно существуют. Там должно происходить разрушение горных пород в результате сильных колебаний температуры, метеоритной бомбардировки и, возможно, сейсмических явлений. Обломочный материал должен под действием сил гравитации перемещаться вниз по склонам. Действительно, в некоторых цирках видны образования, похожие на осыпи. Однако за миллиарды лет существования Луны эти процессы должны были бы дать значитель-



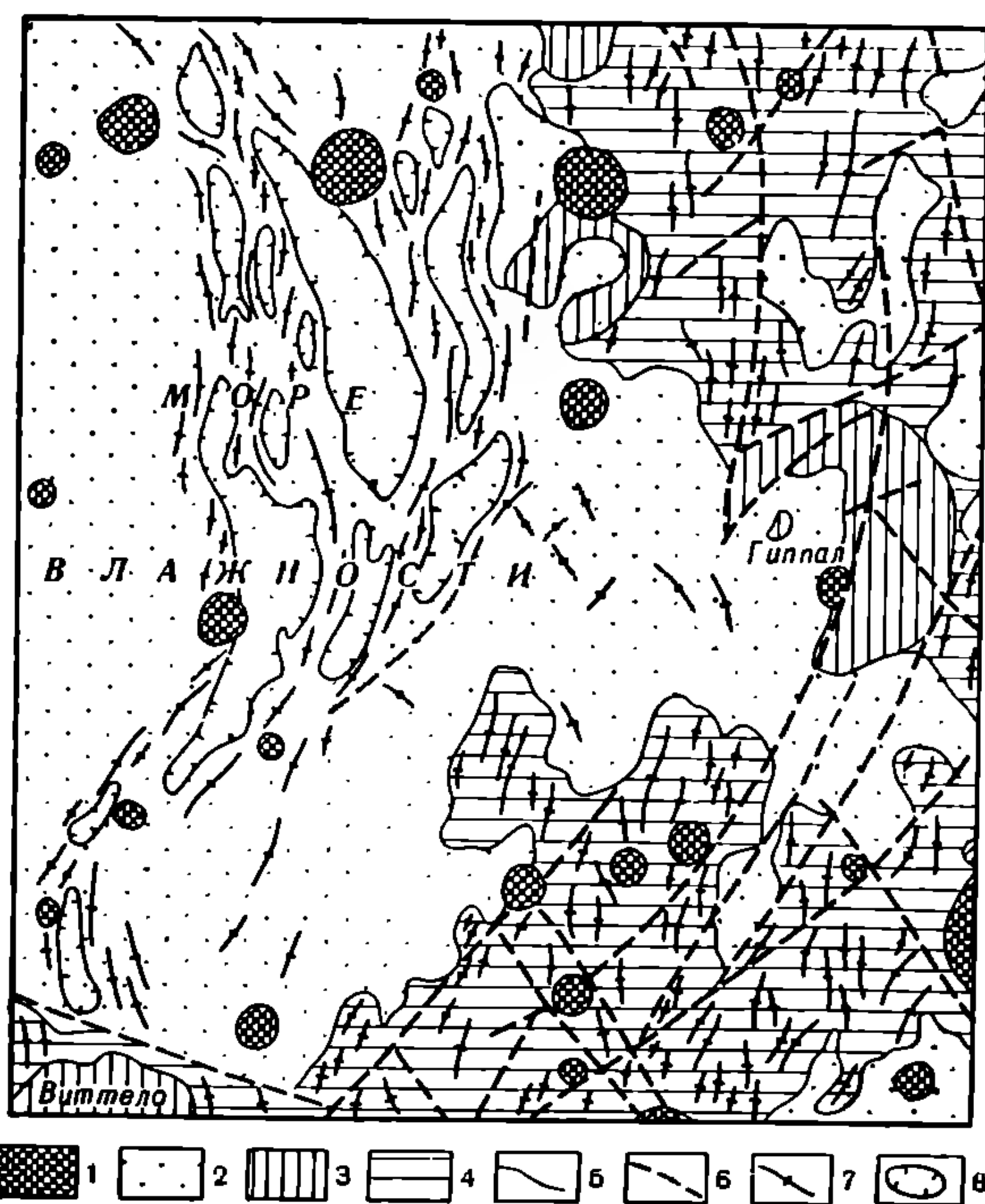
Угловатые очертания края Моря дождей совпадают с направлениями систем разломов

ные скопления продуктов разрушения, которых не обнаружено. Может быть, причина кроется в испарении вещества при метеоритных взрывах с последующим частичным рассеянием его в космическом пространстве? С другой стороны, не исключено, что рельеф Луны гораздо моложе, чем обычно предполагают, а древние продукты разрушения были вовлечены в результате новейших тектонических движений и вулканизма в сферу переработки эндогенными процессами.

ТЕКТНИКА ЛУНЫ

Если о происхождении кратеров и строении лунных пород во многом приходится основываться на предположениях, то для анализа тектоники Луны фотографии и визуальные наблюдения дают обширный фактический материал. Прежде всего, поверхность Луны довольно четко разделяется на материковые, или горные, области и «моря», или равнины, различные по своей структуре. По особенностям рельефа невольно напрашивается сравнение этих областей с орогенными поясами и платформами Земли.

На поверхности Луны прослеживаются многочисленные крупные разрывные нарушения, образующие системы северо-восточного, северо-западного, субмеридионального и реже субширотного направлений. Следует заметить, что в целом поверхность Луны более интенсивно раздроблена крупными раз-



Фотогеологическая карта восточной части Моря Влажности и его горного обрамления (масштаб 1 : 2 000 000). 1 — коперниковская система; 2 — океанская система; 3 — птолемеяевская система; 4 — алтайская система; 5 — геологические границы; 6 — разрывные нарушения; 7 — оси антиклинальных складок; 8 — контуры локальных впадин

ломами по сравнению с земной. В пределах «морей» количество разломов намного меньше, чем на материках, и они концентрируются преимущественно в их краевых частях. Отдельные участки материков буквально насыщены разрывными нарушениями, определяющими морфологию рельефа. Детальный анализ разрывных нарушений Луны, проведенный А. В. Хабаковым (1949), позволил разработать их классификацию с выделением разновозрастных систем, образующихся в обстановке как растяжения, так и сжатия лунной коры. В целом лунная кора обладает блоковым строением. Наиболее крупные разрывы разделяют морские впадины и материки и могут быть сопоставлены с глубинными, длительно развивающимися разломами Земли (Ю. А. Ходак, 1963). Характерно, что лунные разломы, как правило, обладают вертикальными перемещениями или образуют зияющие трещины. На Луне зафиксированы лишь единичные сдвиги с максимальной амплитудой горизонтального смещения в 7—8 км.

Главнейшая проблема в изучении тектоники Луны — это существование складчатых структурных форм. Многие исследователи полагают, что роль этих форм в строении лунной поверхности ничтожна. Однако с этим никак нельзя согласиться. Своеобразные условия, господствующие на поверхности Луны, должны приводить к формированию «прямого» рельефа, когда каждая антиклинальная складка должна выражаться в виде поднятия, гребня или горного хребта. И действительно, в горных областях Луны прослеживаются системы параллельных гребней, каждый из которых протягивается на несколько километров в длину. Они сопровождаются продольными и поперечными разломами и в целом могут рассматриваться в качестве аналогов складчатых областей Земли. Особенно отчетливо гребнисто-складчатое строение местности проявляется в Рифейских горах. В некоторых местах оно затушено многочисленными более молодыми кратерами.

В лунных «морях», в особенности в их периферических частях, выявлены валообразные структуры, протягивающиеся на десятки километров. Они имеют сложное строение: распадаются на отдельные пологие гребни, расположенные кулисообразно и разбросанные локальными впадинами, местами с продольными разломами. Эти гребни не превышают по высоте нескольких сот метров и достигают в длину от 5 до 20 км. По своей отражательной способности, а следовательно и составу слагающих их горных пород валы и пологие гребни не отличаются от окружающих равнин «морей». Можно с уверенностью сказать, что эти валы и пологие гребни аналогичны по морфологии валам и прерывистым складкам, характерным для краевых частей земных платформ.

Таким образом, различия в насыщенности разрывными нарушениями и характере складчатости между горными областями Луны и ее «морями» позволяют предположить тождество их с орогеническими поясами и платформами Земли.

Интенсивное проявление лунной тектоники, выразившееся в образовании многочисленных разломов и складок, подтверждает огромную роль эндогенных процессов в создании рельефа, что вполне согласуется с широким распространением и масштабами лунного вулканизма. Это служит лишним доводом в пользу гипотезы о вулканическом происхождении кратеров.

ФОТОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ

Геологические карты земной поверхности составляют в настоящее время с самым широким применением методов дешифрирования аэрофотоснимков, на которых можно выделять различные горные породы, элементы тектонической структуры, разрывные нарушения. Результаты предварительного дешифрирования проверяются полевыми маршрутами.

При помощи фотоснимков Луны также возможно геологическое дешифрирование. Оно проводится под стереоскопом на стереопарах, получаемых при разной либрации¹ Луны. Разновозрастные образования отличаются своим фототонном, характером рельефа, особенностями взаимоотношений. Четко прослеживаются разрывные нарушения.

Предложены различные стратиграфические схемы с выделением систем или периодов. Наиболее известны схемы А. В. Хабакова (1949), а также Ю. М. Шумэкера и Р. Д. Хэкмана (1963). Обе они, несмотря на некоторые отличия в деталях, в целом однозначно отражают ход геологического развития лунной поверхности.

Существующие в настоящее время фотоснимки Луны имеют масштаб около 1 : 1 500 000. С дополнениями, полученными при визуальных наблюдениях, удастся составлять топографические и фотогеологические карты в масштабе не крупнее чем 1 : 1 000 000. В связи с таким сравнительно мелким масштабом расчленение лунных формаций проводится пока с точностью лишь до системы или периода, в какой-то степени равнозначных периодам земной геохронологии.

Фотогеологические карты Луны, естественно, нуждаются в дальнейшей проверке, которая станет возможной лишь после достижения Луны космонавтами. Но и сейчас такие карты представляют большую научную ценность, так как позволяют проверить некоторые гипотезы, дают первое приближенное представление о строении поверхности и будут служить основой для выбора места прилунения и последующих рекогносцировочных маршрутов.

ЗЕМЛЯ—ЛУНА

В последнее время выделилось новое научное направление — сравнительная планетология, одним из объектов исследования

которой является система Земля — Луна. Проведено сравнение сетки разломов Земли, Луны и Марса, при котором были выявлены общие закономерности в их расположении, связанные предположительно с силами вращения планет. В целях изучения кольцевых структур Луны было выявлено и детально обследовано большое число метеоритных кратеров, древних вулканических кальдер и других вулканотектонических структур, кольцевых разломов на земной поверхности. Намечается сравнение океанических впадин Земли и лунных «морей», которые, как показывают новейшие исследования, являются на обеих планетах сравнительно молодыми тектоническими элементами. Высказывается даже предположение, что их образование произошло одновременно и связано с грандиозной космической катастрофой, выразившейся в нарушении равновесия гравитационных сил. Поэтому большой интерес представляет дальнейшее исследование периодичности геологических процессов Земли и Луны, которое сможет дать важный материал для новых гипотез после получения данных об абсолютном возрасте лунных формаций.

В настоящее время некоторые исследователи интересуются влиянием Луны на земные геологические процессы. На протяжении всей известной геологической истории Луна вызывала приливы в океанах, формировавшие зону прибоя. Аналогичные явления должны происходить и в земной коре, влияя в какой-то степени на тектонические процессы. Однако в этом вопросе необходимо проявлять большую осторожность, так как «твердые приливы» могут иметь упругий характер, не вызывая остаточных деформаций.

В связи с изучением Луны возникла еще и «терминологическая» проблема. Можно ли считать правомочными такие названия научных дисциплин, как «геология Луны», «геохимия Луны», «геоморфология Луны» и т. д. Как справедливо отметил львовский астроном М. С. Эйгенсон (1961), каждая из этих наук характеризуется прежде всего методами исследований, которые в значительной степени будут применяться и на других планетах. Думается, что нет смысла менять привычные названия наук о Земле в связи с вступлением в космический век, когда в сферу их изучения будут вовлечены не только Луна, но и другие планеты солнечной системы.

УДК 523.3

¹ Маятниковобразные колебания относительно прямой, соединяющей центры Земли и Луны.

ЧТО МЫ СМОЖЕМ НАБЛЮДАТЬ НА ЛУНЕ

Профессор К. А. Куликов

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

Атмосфера Земли препятствует многим астрономическим наблюдениям. Поэтому в наши дни стремятся вынести эти наблюдения возможно дальше за пределы атмосферы, используя стратостаты, высотные ракеты, искусственные спутники Земли и космические корабли. Но наиболее благоприятные условия будут созданы тогда, когда эти исследования будут проводиться на естественном спутнике нашей планеты — на Луне. Полет на Луну космического корабля с экипажем и возвращение его на Землю — одна из задач по освоению межпланетного пространства. О подготовке к такому полету много пишется в научной и популярной литературе, не говоря уже о писателях-фантастах, которые со времен Колумба и Коперника мечтают о путешествии на Луну и планеты.

Часто приходится слышать вопрос, зачем нужно лететь на Луну, тратить огромные материальные средства, если все это можно с большей пользой употребить на другие, гораздо более неотложные нужды. Разве нам мало места на Земле?

Вопрос закономерный. Если речь идет о Советском Союзе, то можно со всей определенностью сказать, что нам на Земле места хватает. Большие территории нашей страны, пригодные для жизни человека, заселены еще мало. Это некоторые области Дальнего Востока, тайга, северные районы за Полярным Кругом и т. д. Даже в знойных пустынях Средней Азии условия для жизни в сотни раз более приемлемы, чем в любой области лунной поверхности. Современная техника позволит в недалеком будущем обводнить, озеленить и культурно обработать эти районы.

Полет на Луну вызывается не недостатком территории для жилья, а совершенно другими причинами. Никто не планировал в мировом масштабе развития мореплавания, сооружения сети железных дорог, опутавших земной шар, развития всех родов авиации и, в конце концов, освоения космоса. Это процесс научного и технического прогресса, который идет сам собою, в силу законов развития человеческого общества, и остановить его невозможно. Тем не менее общество может влиять на ход тех или иных событий такого характера, затормозить или

ускорить их развитие. Советское государство располагает достаточными материальными и техническими возможностями, чтобы ускорить организацию полета на Луну, и советские ученые работают над этой проблемой. Их вдохновляет сознание того, что это послужит большим толчком для дальнейшего прогресса науки.

КАК ОБРАЗОВАЛАСЬ ЛУННАЯ ПОВЕРХНОСТЬ?

В процессе преодоления расстояния между Землей и Луной, облета вокруг Луны, а затем проводя наблюдения с ее поверхности, мы получим возможность проверить и уточнить наши теории и знания о Луне, планетах солнечной системы и Вселенной вообще.

Конечно, мы располагаем и такими данными, которые не нуждаются в проверке. Тот факт, что на Луне нет атмосферы, вытекает из целого ряда независимых исследований. Что же касается температуры, которая, по земным наблюдениям, на дневной стороне к середине лунного дня достигает $+130^{\circ}$, а на ночной — -160° , ее изменения в зависимости от глубины, теплопроводности лунного вещества, его структуры, — то все это будет достоверно установлено только на Луне.

Много споров вызывает вопрос, как образовалась поверхность Луны, главным образом ее горы, кратеры и цирки. Существует старая метеоритная гипотеза, согласно которой кратеры и цирки представ-

ляют собой воронки, возникшие в результате взрывов крупных метеорных тел, упавших на лунную поверхность. Метеорные тела, попавшие в земную атмосферу, разогреваются вследствие удара о воздух и в большинстве случаев испаряются. То, что иногда от них остается, падает на поверхность Земли в виде метеоритов. На Луне, как известно, нет атмосферы, представляющей тормозную среду; поэтому метеоры ударяются об ее поверхность с космической скоростью и от этого взрываются с громадной силой. Такой взрыв, в зависимости от размеров метеора, может сделать очень большую воронку.

Другая гипотеза — вулканическая — приписывает образование кратеров внутренним силам, рассматривая поверхность морей как застывшую темную лаву.

Недавно появилась новая гипотеза, по которой видимый наружный покров лунной поверхности представляет собой продукт переработки коренных горных пород лунной коры микрометеоритами. Новейшие определения частоты микрометеоритов, выполненные на искусственных спутниках Земли и космических ракетах, показывают, что их бомбардировка настолько интенсивна, что может за очень короткое время изменить строение наружного покрова любого участка лунной поверхности.

Сейчас трудно сказать, справедлива ли какая-нибудь из этих гипотез. Однако этот вопрос будет разрешен, если космический корабль хотя бы без посадки облетит вокруг Луны. С близкого расстояния можно рассмотреть, например, есть ли у центральных горок кратеров воронки (жерла). Их обнаружение подтвердило бы вулканическую гипотезу. Если выяснится, что горки кратеров остроконечные, то больше оснований получит метеоритная гипотеза. Возможно, признание завоюют та и другая; не исключено также, что справедливой окажется третья.

Пока неясно, есть ли на Луне действующие вулканы. Если они будут обнаружены, значит недра Луны горячие. Установление этого факта при близком облете Луны или при посадке на ее поверхность будет иметь большое научное космогоническое значение.

БЛИЗКОЕ — ИЗДАЛЕКА

Особенно много важных научных проблем будет решено при помощи наблюдений с лунной обсерватории, которая откроет эру качественно новой астрономии. Здесь боль-

Метеор
подходит
к поверх-
ности
Луны



шую роль будут играть такие увеличивающие ценность лунных наблюдений факторы, как уход от атмосферного дрожания и размывания звезд, наблюдение слабых объектов и т. п.

Как известно, в видимой части спектра фон неба состоит из двух примерно равных составляющих свечения — атмосферной и космической. На Луне атмосферной составляющей не будет, и изображения звезд будут неразмытыми. Кроме того, благодаря отсутствию атмосферной турбулентности, разрешающая сила телескопов будет значительно выше, что сделает изображения звезд почти точечными. Все это сильно повысит точность наблюдений и позволит изучать более мелкие астрономические объекты.

В нашей солнечной системе много слабо-светящихся объектов, которые затухиваются даже светом ночного неба. Это Зодиакальный свет, внешние части солнечной короны, противосияние, «хвост» Земли. С Луны их можно увидеть без всякой примеси атмосферных составляющих.

Наблюдение Земли, околоземных явлений и образований со стороны, издавна даст возможность разделить внешние и внутренние явления, например геокорону и пыль, и др.

Вплоть до начала XX столетия предполагалось, что межпланетное пространство совершенно пустое, если не считать метеорных потоков, отдельных метеоров и изредка появляющихся комет. Затем было обнаружено, что все окосолнечное пространство, вплоть до орбит далеких планет, заполнено крайне разреженными внешними областями солнеч-



Взрыв метеора,
ударившегося с
космической ско-
ростью о поверх-
ность Луны, обра-
зовал кратер

ной короны высокой температуры, растекающейся со скоростью более 300 км/сек («солнечный ветер»). За последнее десятилетие установлено, что вся наша Земля окружена протяженным пылевым облаком с плотностью, убывающей по мере удаления от Земли. По мнению акад. В. Г. Фесенкова, эта космическая пыль, окружающая Землю, — продукт распада периодических комет, орбиты которых пересекают плоскость земной орбиты под самыми различными углами. Процесс распада комет в солнечной системе происходит непрерывно.

Одним из важных научных результатов, полученных в период МГГ при исследовании верхней атмосферы при помощи искусственных спутников, было открытие радиационных поясов заряженных частиц, на расстоянии примерно от 0,5 до 50 тыс. км от земной поверхности. На высоких широтах радиационные пояса оказались значительно менее протяженными, чем вблизи плоскости экватора. С Луны можно было бы произвести непосредственное наблюдение пылевого космического облака, окружающего Землю, установить его связь с радиационными поясами Земли и по рассеянию света провести исследования распределения пылевых частиц по размерам. Как известно, мелкие частицы рассеивают коротковолновое излучение

(синие лучи), крупные — длинноволновое (красные лучи). Методика этих исследований должна быть разработана заранее, в земных условиях.

В последнее время доказано, что Зодиакальный свет производится космической пылью, сосредоточенной главным образом около плоскости эклиптики. Плотность этой пыли изменяется приблизительно обратно пропорционально расстоянию от Солнца. Но спрашивается, что общего между Зодиакальным светом и внешней солнечной короной — «ложной», которая накладывается на «истинную» и представляет собой результат рассеяния солнечного излучения на мелких твердых пылевых частицах, расположенных между Землей и Солнцем. Спектр у фраунгоферовой короны, как ее еще называют, такой же (непрерывный с темными линиями поглощения), как и у Зодиакального света. Обычно не удается получить детальных наблюдений солнечной короны на расстояниях $1,5-2^\circ$, а Зодиакального света на расстоянии меньше $40-30^\circ$ от Солнца. Это и не дает возможности сомкнуть их в плотную и тем самым доказать их общую природу. С Луны можно непосредственно наблюдать объединение солнечной короны с окружающей межпланетной средой. Таким образом, мы получим возможность судить о структурных особенностях Зодиакального света вблизи от Солнца и их связи с солнечной активностью.

Какова истинная природа газового «хвоста» Земли и так называемого противосияния, слабо светящегося пятна около антисолнечной точки? Оно овальной формы, с размерами $12 \times 8^\circ$, вытянуто вдоль эклиптики; яркость этого слабосветящегося объекта всего на 15—20% больше яркости окружающего неба.

Известно, что на частицы пылевого облака, окружающего Землю, размеры которых меньше одного микрона, действует заметная отталкивающая сила со стороны Солнца (световое давление). При повышении солнечной активности, когда возникают корпускулярные потоки, движущиеся со скоростью до 2 тыс. км/сек, величина этого давления значительно возрастает. По мнению акад. В. Г. Фесенкова, под действием силы со стороны Солнца пылевая оболочка Земли должна быть вытянута в сторону, противоположную Солнцу, по аналогии с кометными хвостами. Противосияние, наблюдаемое в том же направлении, может быть проекцией этого «хвоста» Земли. Поэтому очень важно

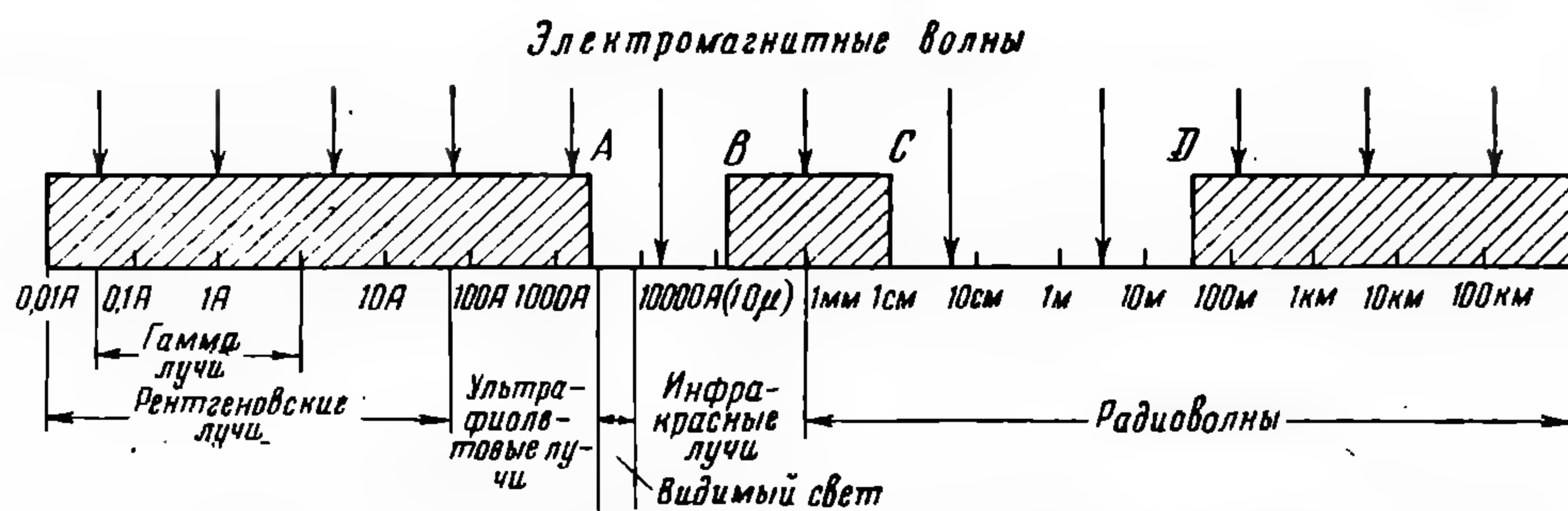


Восход Солнца на Луне; видна солнечная корона. На лунном небе — Земля с окружающим ее пыле-
вым облаком; в сторону противоположную Солнцу, от Земли тянется хвост и в конце его — противо-
сияние

Рисунок худ. Б. Е. Резникова



Фотография части поверхности Луны



Шкала электромагнитных волн. Участки спектра излучения, поглощаемого атмосферой Земли, заштрихованы

установить, существует ли противостояние при наблюдении с Луны или из космического пространства, виден ли у Земли пылевой или газовый хвост, направленный в сторону, противоположную Солнцу. Если при наблюдениях с Луны эти объекты будут обнаружены, то нетрудно будет раскрыть их истинное происхождение. По спектру рассеянного излучения можно будет изучить распределение и структуру межпланетной пыли.

Все, что мы знаем о небесных объектах, больших и малых, близких и очень далеких, получено через улавливание их электромагнитного излучения. Это широкий диапазон волн — от самых коротких, в тысячные доли ангстрема, до самых длинных, выражаемых километрами. Но лишь незначительная часть этих волн достигает поверхности Земли. Как рыболовная сеть, сквозь которую проходит только мелкая рыбка, атмосфера Земли пропускает электромагнитное излучение лишь в виде света в диапазоне от 2900 Å до 2 м и радиоволны в диапазоне от 1 см до 30 м. («Окно» в атмосфере Земли, через которое проходят радиоволны, было использовано за последние два десятилетия). Вся остальная часть электромагнитного излучения задерживается атмосферой Земли. На Луне, где нет атмосферы, весь диапазон электромагнитного излучения «открыт» и доступен непосредственному наблюдению и изучению.

СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ЛУННОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

Наша Земля окружена облаком нейтрального водорода. Исследования, проведенные недавно В. П. Щегловым, показали, что оно имеет форму диска и лежит в плоскости эклиптики¹. Толщина облака около 5000 км, а длина и ширина меняются — вечером оно простирается от поверхности Земли до 3000 км, а утром расширяется до 10 000 км. Такому «вспуханию» облака дается следующее объяснение.

Под действием солнечных лучей слой атмосферы, лежащий на высоте 500—550 км, нагревается, и атомы водорода энергично улетучиваются дальше от Земли. Однако приток водорода из нижних слоев атмосферы постоянен. Поэтому за день верхние слои атмосферы теряют водород, а ночью он снова накапливается. Таким образом, утром, когда ночная атмосфера начинает прогреваться

и водород интенсивно улетучивается, мы видим облако больше и дальше. Однако это не окончательное решение вопроса. Сам автор работы говорит, что дальнейшие исследования позволят более подробно изучить это интересное образование — газовый околоземный диск.

Как известно, водород, окружающий Землю, под действием ультрафиолетового излучения Солнца сам начинает светиться и дает в спектре линию L_α с длиной волны 1215 Å и другие линии, например L_β и H_α с длиной волны 6563 Å. Первая, т. е. L_α , с Земли вообще не наблюдается — задерживается верхними слоями земной атмосферы, вторая, H_α , которую и наблюдал при помощи электронно-оптического преобразователя В. П. Щеглов, очень слаба и в спектре ночного неба почти незаметна. При наблюдениях с Луны атомарный водород, окружающий Землю, был бы всесторонне изучен по линиям преимущественно Лайман Альфа (L_α), где их можно видеть непосредственно.

За последние годы при помощи высотных ракет проведена большая работа по исследованию ультрафиолетового спектра Солнца. Однако многое в этой области, недоступной земному наблюдателю, остается неясным. Линии спектра, например резонансные линии водорода, гелия, углерода и других элементов, требуют дальнейшего изучения.

Лунная обсерватория помогла бы точно установить интенсивность и распределение линий всей Лаймановой области спектра. Это позволит, прежде всего, судить о физических условиях, о содержании водорода



Извержение лунного вулкана, породившего кратер; видны потоки лавы, которая, согласно вулканической теории происхождения поверхности Луны, образовала лунные моря

¹ См. «Природа», 1963, № 8, стр. 85—88.



Обсерватория на Луне (фантастический рисунок)

и температуре в разных точках солнечной короны и хромосферы, о физических процессах в межпланетной среде, а также об ионосфере и атмосфере Земли.

Как известно, до сих пор из-за ограниченности участка спектра, доступного для наблюдений, элементы на Солнце отождествлены лишь в 60% случаев. Эту очень важную задачу — обнаружение еще неотожествленных до сих пор элементов на Солнце — можно с гораздо большей уверенностью и надежностью решить по наблюдениям с Луны, где доступен исследованию весь диапазон спектра.

Особенно заманчивы проблемы наблюдения и расшифровки далекой инфракрасной области спектров таких объектов, как планеты и холодные звезды. Да и длинноволновое радиоизлучение радиоисточников и галактик, спектры которых дадут сведения о мягких релятивистских электронах (не получаемые при наблюдениях с Земли), о γ -и жестком рентгеновском излучении, образующемся от релятивистских частиц (которых много в радиоисточниках), γ -квантах от Солнца, звезд и других радиоисточников, может открыть очень много нового. Получить эти данные при наблюдениях сквозь атмосферу, пусть даже разреженную, невозможно.

Как установлено, из активных областей Солнца во время вспышек извергаются потоки корпускул, которые вызывают в высоких слоях земной атмосферы полярные сияния, магнитные бури на Земле и другие явления.

До сих пор, как известно, потоки корпускул наблюдались только по их косвенному воздействию на атмосферу Земли. С Луны эти солнечные корпускулярные потоки при помощи специальной аппаратуры можно наблюдать непосредственно. С лунной обсерватории можно провести более серьезные исследования планет солнечной системы.

Возьмем атмосферу Марса. Пока мы еще мало знаем о ней. На лунной обсерватории ученые получают возможность спектроскопического определения водяных паров и кислорода (притом отдельно — в области темных и светлых пятен), исследовать химический состав атмосферы планет по всему диапазону спектра, где можно непосредственно наблюдать недоступные обозрению с Земли линии азота и других элементов. Больше того, из лунной обсерватории возможно гораздо более глубокое изучение деталей на поверхностях планет и Солнца. С телескопом умеренных размеров без помех со стороны земной атмосферы в космических условиях возможно практически применять увеличение порядка нескольких тысяч раз.

Наблюдения с лунной обсерватории открывают новые возможности в области изучения строения галактики. Достаточно, например, сослаться на изучение межзвездных линий, которое даст возможность решить, какие элементы находятся в космическом пространстве и как они распределены, а также проследить движение газовых облаков. Применение длительных экспозиций при фотографировании, чему совершенно

не препятствует фон неба, даст возможность выявить и изучить весьма слабые объекты, например, слабосветящиеся диффузные туманности, внешние контуры Млечного Пути и, возможно, его связь с другими газовыми образованиями.

Только с Луны (или из области пространства, далекой от Земли) можно видеть звезды по цвету такими, каковы они в действительности. Хорошо известно, что максимум энергии в спектрах холодных звезд лежит за инфракрасной областью спектра. С Луны эти звезды будут выглядеть несколько краснее, чем сквозь атмосферу Земли. Покраснение звезд будет тем сильнее, чем дальше в длинноволновой части спектра лежат их максимумы энергии. То же можно сказать о горячих звездах, максимумы энергии которых лежат за ультрафиолетовой областью спектра; только здесь чем дальше сдвинут максимум энергии в коротковолновую часть спектра, тем звезда будет ярче.

ПРОВЕРКА ЭФФЕКТА ЭЙНШТЕЙНА

Этот эффект заключается в том, что луч от звезды, проходя близко к Солнцу, отклоняется гравитационным полем на некоторый угол, причем отклонение тем больше, чем ближе звезда к краю Солнца. На Земле этот эффект проверяется следующим образом. Фотографируется область неба вокруг Солнца при полном солнечном затмении. Спустя полгода, когда Солнце перейдет в противоположную область неба, опять фотографируется та же область, которая была сфотографирована во время солнечного затмения.

В первом случае положения звезд на фотографической пластинке будут смещены от центра Солнца из-за эффекта Эйнштейна, во втором — положения тех же звезд не смещены. По измерениям положений звезд на двух пластинках можно получить угол отклонения от звезды луча, проходящего,

например, на расстоянии одного радиуса Солнца от его края. Задача трудная, хотя бы потому, что фотографии получаются через интервал в полгода в совершенно различных условиях и ожидать при таком положении точных результатов нельзя.

На Луне звезды, даже находящиеся рядом с Солнцем, видны всегда. Поэтому достаточно сфотографировать один раз участок неба с Солнцем, а второй раз, как только Солнце уйдет из этого участка. Точечные изображения звезд, отсутствие атмосферной рефракции очень облегчит решение задачи и увеличит уверенность в правильности результата.

* * *

Мы коснулись ряда проблем только астрономического характера. При этом астрономические задачи, которые можно будет решать на лунной обсерватории, отнюдь не исчерпаны. Их можно расширить за счет звездной астрономии, гравиметрии и других разделов астрономии.

По тематике звездной астрономии можно поставить ряд проблем, касающихся более глубокого изучения распределения энергии в спектрах звезд, исследования закона межзвездного поглощения и свойств поглощающей среды, всестороннего исследования нашей звездной системы и др.

А как же другие науки? Возьмите, к примеру, геологию. На мой взгляд, геологи, попав на Луну, получают материал, который обогатит науку принципиально новыми фактами, не встречающимися в земной геологической практике.

Возникнут проблемы, касающиеся характера местности, горных пород, минералов, источников энергии, происхождения как лунной, так и земной коры, континентов и океанических впадин, воды в любой форме и т. д. Но об этом пусть подумают геологи, геофизики и геохимики.

УДК 523. 30

★ ПОЛОСА СОБЫТИЙ ★

АВСТРАЛИЙСКИЙ РАДИОГЕЛИОГРАФ

В Австралии под руководством профессора Уайлда сооружается громадный радиогелиограф для изучения пятен и мощных радиоизлучений Солнца.

По окружности диаметром в 3,2 км возводится 96 небольших стальных башен; на каждой из таких башен будет установлено по радиотелескопу с зер-

калом 12-метрового диаметра. Строительство предполагается завершить в 1965 г.

«*Nachrichten aus Chemie und Technik*», 1963, № 22, S. 416 (ФРГ)

КЛАССИФИКАЦИЯ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ НАУКИ

Профессор Д. М. Трошин

В последнее время научной общественностью обсуждается вопрос о системе классификации наук. Но так как научная классификация определяется объектом науки, предметом ее исследования, то, разумеется, принципы классификации знаний затрагивают и классификацию природы.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИРОДЫ И НАУКИ В РАЗЛИЧНЫЕ ЭПОХИ

Классификация природы — одна из важных и, пожалуй, самых трудных проблем, и решалась она в разные эпохи по-разному, отражая уровень познания мира. Известно, что Аристотель разделил мир на два класса явлений: «физика» — материальный мир и «метафизика» — мир нематериальный (мышление). Это была умозрительная схема, отражающая уровень знаний той эпохи, когда еще не было науки в современном смысле слова.

В период развития эмпирических знаний, собирания фактов, описания явлений и их систематизации, разобщения природы на разные сферы, была создана своя классификация. Природу разделили на три царства: минералов, растений и животных, а энергия была наделена метафизическими сущностями: флогистон, теплород, электрическая жидкость, жизненная сила. Эта классификация продержалась вплоть до первой четверти XIX в.

Несмотря на свою несостоятельность, с современной точки зрения, эта классификация природы сыграла свою положительную роль в накоплении фактов, в развитии отдельных наук. Но, поскольку она метафизически разобщала природу на не связанные между собой «царства», была основана не на сущности природы, а на явлениях, постольку она несла в себе свое собственное отрицание.

Дальнейшее развитие познания отвергло деление природы на разобщенные царства, изгнало флогистон, теплород, жизненную силу и другие «метафизические» субстанции и поставило перед естествознанием и филосо-

фией проблему новой классификации материи.

К середине XIX в. основные науки — механика, физика, химия, биология — не только отпочковались от философии, но и отдифференцировались друг от друга, как самостоятельные и независимые отрасли знаний. Каждая из наук имела свой обособленный предмет и объект исследования природы. В этом объекте были открыты свои специфические законы, своя структурная особенность, свои категории. Таким образом, на этом уровне знаний сама собой напрашивалась новая классификация природы по формам движения материи, были ясны и сами формы и их отличительные признаки. Идею такой классификации в общей форме мы находим у Гегеля, обоснование ее уже как классификации природы, соответствующей научным знаниям, было дано Ф. Энгельсом.

Открытая и обоснованная Ф. Энгельсом классификация мира по основным формам движения материи объективна, так как отражает его состояние. Точно так же, как имеет основание деление мира на природу и общество, на живую и неживую природу. Это разные аспекты и уровни классификации, но они не искусственны, они имеют основание в самой объективной действительности.

Именно потому принцип классификации природы, если он не искусственный, имеет свое познавательное значение, играет положительную роль в развитии науки в целом и ее отдельных областей.

Научная классификация природы обладает двумя отличительными особенностями. Во-первых, она возникает как завершение познания, обобщающее достижения науки; она не провозглашается, а обосновывается. Именно этим отличается классификация

природы по формам движения материи, созданная Ф. Энгельсом, от умозрительной конструкции Гегеля. Во-вторых, научная классификация выдерживает проверку временем: в ходе развития науки получает большее обоснование и лежит в основе прогресса познания.

100 лет, прошедшие с момента обоснования классификации природы по основным формам движения материи, были годами бурного развития науки, однако они не только подтвердили объективность этой классификации, но и показали ее огромное значение для развития и углубления познания природы. Наряду с этим развитие науки, дальнейшее углубление познания природы, как бы само собой раздвигало рамки классификации, создавало трудности внутри науки, в понимании природы. И это вполне естественный процесс, определяемый логикой развития познания.

Познание, — указывал В. И. Ленин, — идет «... от явления к сущности, от сущности первого, так сказать, порядка, к сущности второго порядка и т. д. *без конца*». ¹ Опираясь на это положение Ленина, можно сказать, что классификация материи по формам ее движения есть тоже сущность природы какого-то порядка, но она не единственная и потому в классификации не окончательна. Сама природа несет в себе и другие сущности, которые, будучи познаны наукой, должны быть отражены в классификации. При этом следует иметь в виду, что преемственность в познании, переход познания от одной сущности к другой не отрицает и не снимает первой сущности, а наоборот, закрепляет ее как пройденный этап, имевший определенное значение в познании и потому сыгравший важную роль в развитии науки.

Классификация материи по основным формам ее движения имеет объективный критерий в самой природе; в ее основе лежат три особенности материи: структура, форма движения и их специфические законы, которые были открыты и обоснованы наукой к середине XIX в.

Так, объективная диалектика природы на уровне сущности данного порядка подсказала субъективную диалектику познания, получившую свое оформление в классификации природы по основным формам движения материи. Науки на этом уровне развития познания классифицировались соответствен-

но тому, что они открыли. Объективная и субъективная диалектика на базе этой классификации обрели единство, соответствующее сущности природы данного «порядка».

Однако, как и следует понимать диалектически, сущность природы и данного порядка классификация, конечно, не является единственной или последней, и наука перешла к изучению последующих сущностей природы.

В результате развития познания в XX веке:

1. Открыты новые, ранее неизвестные структуры (микромир), а прежде считавшиеся неизменными и конечными структуры (атом, химический элемент, клетка) оказались сложными. Открыта новая, основная, ранее неизвестная, релятивистская форма движения материи.

2. За формами движения материи и структурными образованиями, связанными с ними, были вскрыты процессы и функции. Процессы — это переход системы из одного состояния в другое, на основе последовательного и закономерного изменения предметов и явлений. Процессы и определяемые ими функции, присущие природе на разных ступенях ее развития, оказались шире по объему и глубже по содержанию, чем формы движения материи. Тем самым сущность ступени познания мира оказалась более глубокой, характеризующейся не только формой движения материи как представлялось раньше, а более высоким проявлением — процессом и функцией.

На этой основе прежде считавшиеся существенными различия между структурами (атом, молекула) оказались несущественными. Точно так же, как стираются грани между механической, физической и химической формами движения, так многие процессы и функции материальных объектов по существу объединяют в себе эти формы движения.

Раскрытие процессов и функций материи, присущих различным ее ступеням, — это сущность материи нового, более высокого порядка, которая включает в себя в снятом виде структуры и формы движения, однако она не сводится к ним.

3. Открыты новые, более общие законы природы (единства, связи, сохранения, информации и др.), объединяющие общие свойства различных форм движения материи. Эти общие законы определяют процессы и функции разных ступеней материи, а закономерности, характеризующие различные фор-

¹ В. И. Ленин. Соч., т. 38, стр. 249.

мы движения материи, являются их частным проявлением на уровне сущности, связанной со структурой и формой движения материи.

Такова современная диалектическая естественнонаучная картина природы, и она во многом отлична от той, которая представлялась в XIX в. Наука XX в. более полно и на новом уровне познания раскрывает природу, как единый закономерный процесс, единство мира в материальности и в общих законах, действующих на всех его ступенях. Общим свойством является также структурность материи, движение как изменение. Однако структурность, движение материи и законы — основа более высокой сущности природы процессов и функций. Все это новый качественный скачок познания, проникновение науки в следующий, более высокий этаж, в сущность более сложную, чем та, которая проявляется в основных формах движения материи.

На этой ступени неисчерпаемости познания материи вглубь встали две новые важные проблемы.

Во-первых, произошло диалектическое отрицание ранее установленного принципа классификации природы по основным формам движения материи, которые оказались снятыми, как низшая сущность, но как ступень, ведущая к более высокой сущности материальных процессов и функций.

Во-вторых, процессы и функции, присущие материи на различных ступенях ее развития, составляют качественное отличие этих ступеней, но они не совпадают с основными формами движения материи (механической, физической, химической), хотя и содержат их в снятом виде.

Так как из системы классификации по формам движения выпадает целый большой класс процессов микромира (частицы, античастицы, поля, релятивистское движение) и, кроме того, процессы и функции не совпадают с основными формами движения, то существующая классификация природы не отражает новой сущности и потому ведет к разобщению единых процессов и вызывает необходимость искусственного кооперирования наук, образования промежуточных гибридных областей знания. Многие же вновь возникшие области знаний не находят своего места в этой классификации, поэтому такая классификация не способствует и даже затрудняет развитие познания.

Если классификация природы отражала уровень, степень ее познания, то и сами зна-

ния уже на ранней ступени их развития требовали их внутренней систематизации, породив различные попытки решить эту проблему.

Одни за основу классификации брали роль и значение познания для деятельности людей (Аристотель, Эпикур), другие — характер и свойство познания (Ф. Бэкон), но уже Сен-Симон кладет в основу классификации наук объект — предмет их исследования, однако он распространяет «физику» на всю природу и общество.

Критически оценивая прошлые концепции классификации науки, следует иметь в виду, что подлинно научная классификация самой науки познания в целом возможна только на уровне достаточно высокой степени развития. Поэтому едва ли возможен был научный подход к классификации познания, когда еще не было науки в современном смысле слова, т. е. до эпохи Возрождения. Так же трудно было выявить объективный признак деления познания, когда господствовала одна лишь механика, физика и химия только зарождались, биология лежала еще в пеленках, а социология была идеалистической и ненаучной.

Господствовавшие в домарксистский период метафизический взгляд на природу, эмпиризм в познании мира, низкая степень развития различных областей знания наложили свой отпечаток на все классификационные схемы самой науки. Создание Марксом и Энгельсом диалектического материализма, бурное развитие естественных наук в XIX в., возникновение подлинной науки об обществе, — все это поставило по-новому проблему классификации науки и определило объективную основу ее решения. К середине XIX в. оформившиеся знания как бы сами по себе расположились и распределились по предметам их исследования, являющимся единственным объективным критерием их классификации.

Ф. Энгельс, формируя вместе с К. Марксом диалектический материализм, не мог обойти проблемы классификации наук. Обобщая данные естествознания, включая в классификацию и социологию, он создает первую подлинно научную классификацию, положив в основу деления наук объект исследования, специфичность предмета, изучаемого данной областью знания.

Энгельс писал: «Классификация наук, из которых каждая анализирует отдельную форму движения или ряд связанных между

собой и переходящих друг в друга форм движения, является вместе с тем классификацией, расположением согласно внутренне присущей им последовательности, самих этих форм движения и в этом именно заключается ее значение»¹.

Первая подлинно объективная и научная классификация наук, созданная Ф. Энгельсом на основе предмета исследования каждой области знания, имеет значение не только как классификация, соответствующая уровню развития науки того времени, но, что может быть более важно, как единственно научный принцип классификации науки вообще. Этот принцип отвергает всякого рода надуманные, необъективные схемы классификации (которых и в наше время немало в буржуазных странах).

Принцип Ф. Энгельса выдержал проверку временем, классификация науки по предмету, изучаемому каждой областью знания, в значительной мере способствовала углублению познания природы, расширению фронта науки, открытию новых природных явлений и возникновению новых наук и целых областей знания. Поэтому и на современном уровне познания возникшие трудности классификации науки, если и привели к необходимости ее пересмотра, они не только не нарушили, а наоборот, укрепили объективный принцип Ф. Энгельса. Из этого следует вывод: какой бы уровень познания ни был достигнут, какая бы сущность природы ни была открыта, какие бы новые области знания ни возникали в настоящем и будущем, принятый Ф. Энгельсом принцип классификации по предмету, изучаемому науками, остается незыблемым как единственно объективный и потому научный принцип.

Исходя из этого принципа и учитывая современный уровень познания природы, а также специфический, во многом отличный от XIX в. характер развития познания, классификация науки должна удовлетворять следующим основным требованиям.

Она должна отражать современный уровень познания сущности природы; соответствовать новому характеру развития познания (интеграция и дифференциация наук), специфике исследования природы новыми методами и средствами познания; не должна замыкать науку на данном уровне познания, создавать тупики, законченные линии развития познания. а напротив, опираясь на дости-

гнутый уровень науки в целом и ее отдельных отраслей, раскрывать пути дальнейших научных поисков, подсказывать направления проникновения наук в следующий «этаж» природы, в следующую, более высокую ее сущность.

Из классификации науки должен логически напрашиваться вывод, что знания данной области природы не завершены, что за знаниями лежит область непознанного, что данная сущность природы, отраженная в классификации,— только ступень временная и преходящая, что и сама классификация, как природы, так и науки, тоже временна и будет заменена другой, на новом, более высоком уровне познания. Отсюда следуют два важных принципиальных вывода.

Во-первых, каждая новая классификационная система науки не должна нацело, полностью отбрасывать принципы прежних классификаций. В этой сфере познания так же важен принцип преемственности, как и в других. Поэтому отдельные элементы, категории, характеристики, классификации, выработанные в прошлом, могут и должны быть использованы и применены в новой классификации и могут войти в нее как составной элемент. Например, деление природы на живую и неживую, деление мира на природу и общество было введено давно, однако, как известно, классификация материи по формам ее движения сохранила выделение природы и общества как самостоятельные формы движения. Если говорить о современном принципе классификации, то можно заранее сказать, что живая природа и человеческое общество тоже должны рассматриваться как самостоятельные категории новой классификации научного познания.

В новой классификации науки могут быть использованы и уже принятые в прошлом признаки, термины, понятия; некоторые из них даже могут войти без изменения. Однако признаки старой классификации должны играть подчиненную роль по отношению к новым признакам и категориям. Такая преемственность вытекает и определяется внутренней логикой познания, закономерностью исторической логической преемственности в развитии науки.

Во-вторых, между классификацией науки и природы есть общность и различие. Классификация науки отражает классификацию природы, однако это отражение всегда неполно и огрублено. Классификация природы схватывает общее, сущность и абстрагирует-

¹ Ф. Энгельс. Дialeктика природы, стр. 198.

ся от частного, от явлений, поэтому она всегда упрощает процессы и тем самым в какой-то степени изолирует их друг от друга. Классификация природы фиксирует ее такой, какой она на данном уровне познания представляется. Классификация наук сложнее: она фиксирует познание как процесс отражения природы. Познание как отражение объекта, — процесс сложный, и чем он глубже, тем труднее и противоречивее; он требует новых методов познания и средств исследования. Методы и средства исследования могут внести в классификацию науки свои коррективы по ее объекту и предмету изучения. Известно, что процесс объединения наук на современном уровне познания идет на основе, во-первых, применения единых методов и средств исследования к различным объектам (физическим, химическим, биологическим, социальным) и во-вторых, на базе применения различных средств и методов познания (физики, химии, биологии) к одному объекту.

Эти две ярко выраженные тенденции в развитии современного познания приводят как бы к нарушению системы классификации науки по предмету исследования отдельных отраслей знания. Однако это кажущееся и несущественное нарушение в классификации науки по объекту изучения. Методы и средства познания — это инструмент, орудие науки, она их вырабатывает, чтобы лучше, полнее познать свой объект. Поэтому, если на современном уровне познания стало возможно применять отдельные методы и средства физики, математики, электроники, кибернетики для исследования органических процессов, мышления, языка и других общественных явлений, а новое научное направление — бионика, изучая функции живых существ, может открыть новую страницу в технике и технологии на путях моделирования биологических процессов в механике, энергетике и других отраслях техники, то из всего этого никак не следует, что объект — предмет исследования якобы становится несущественным признаком классификации науки.

Конечно, тот факт, что развитие познания, помимо изучения предмета-объекта, включает также методы и средства исследования, значительно усложняет классификацию науки. Единые методы и средства познания для большой группы наук, исследование одного объекта методами и средствами разных отраслей знания, внешне может создать впечатление отсутствия качественного различия в объекте — предмете науки и тем самым утра-

ты объективной основы классификации наук по предмету их исследования. Поэтому, сохраняя принцип классификации наук по предмету их исследования, следует иметь в виду, что методы и средства исследования наук могут внести свои коррективы в систему классификации. В силу этого классификация наук не может полностью охватить все отрасли знания и тем более все распределить по схеме классификации природы. Больше того, через невмещаемость науки в классификационную систему природы как бы проглядывает, дает о себе знать как временный характер данной классификации, так и будущие принципы и признаки новой классификационной системы. В науках, которые не укладываются в схему классификации природы, закладываются основы отрицания данной схемы новой системой, которые и приводят к ее возникновению. Именно только такое соотношение между классификацией природы и науки не допускает тупиков, законченных линий в развитии познания. И только на этой основе классификация служит мощным средством прогресса науки.

Современный ход интеграции науки имеет под собой более глубокую основу в самом объекте, в исследовании процессов и функций, структуры и движения различных форм материи. Исследование этого нового объекта различными отраслями знания есть результат несоответствия классификации науки современному уровню познания. Нет материальных процессов и функций чисто механических, физических, химических и даже биологических, исследование которых можно было бы осуществлять только методами и средствами механики, физики, химии и биологии. Уже теперь ясно, что для исследования этих процессов нужны соответствующие им науки, которые возникли и возникают. Конечно, преемственность в познании способствует сохранению старых названий наук, но это не решает вопроса. Новая качественная ступень в познании требует нового подхода, как к классификации знаний, так и к определению понятий самих наук.

Новые объекты исследования (микромир, космос, жизнь на молекулярном уровне, искусственная природа), новый уровень познания процессов, структур, функций требует новых методов познания и средств исследования, на этой объективной основе возникают новые области науки. Они включают знания, добытые наукой в истории ее развития, ме-

тоды и средства познания (механики, физики, химии, биологии), но они не сводятся ни к одной из них. Новая, более высокая сущность природы требует и соответствующей ей классификации наук и новых научных понятий, и категорий, относящихся к самой науке и ее «внутреннему производству».

Классификация наук — это не просто схема, вмещающая в себя все имеющееся знание, это диалектический принцип, раскрывающий познание как процесс на различных уровнях изучения сущности того или иного «порядка природы». Поэтому в классификации науки должна быть отражена диалектика процесса познания, ее прошлое, настоящее и будущее.

Так, объективная диалектика природы, раскрытая наукой, на базе классификации природы по формам движения материи поставила новую задачу: привести классификацию природы и классификацию науки в соответствие с уровнем познания.

ПРИНЦИП КЛАССИФИКАЦИИ, СООТВЕТСТВУЮЩИЙ СОВРЕМЕННОМУ УРОВНЮ ПОЗНАНИЯ

Изложенные выше критические замечания и сформулированные исходные принципы дают основание предложить на обсуждение новый принцип классификации. В основу этого принципа может быть положено выделение классов природы со специфическими структурами, закономерностями, процессами, формами движения и функциями.

Первый класс природных процессов — микрообъекты (частицы, античастицы, поля), характеризующиеся неустойчивыми структурами, релятивистскими движениями, статистическими закономерностями и основной функцией, взаимопревращаемостью, ведущей к порождению одних частиц другими, к превращению вещества в поле и обратно. Процессы и функции этого класса явлений, их резонансное — возбужденное состояние — включают механическую и физическую формы движения материи и в определенных условиях переходят в химическую, которая служит как бы связующим звеном процессов этой ступени материального мира со следующей, т. е. с другим, более высоким классом явлений.

Второй класс природных процессов характеризуется устойчивыми структурами (атом, молекула) и относительно

медленными движениями; на этой основе главной функцией становится взаимодействие устойчивых структур. Взаимодействие атомов ведет к образованию молекул, химических элементов, разнообразных химических соединений. Природа приобретает новое качество относительной, но длительной устойчивости, взаимопревращаемость как бы сдерживается, становится подчиненным фактором. Закономерности и процессы приобретают динамический характер, неустойчивые микроструктуры (электрон, протон, нейтрон) в атомах становятся высокостабильными. Микромир переходит в макромир со специфической структурой, типом движения, новыми процессами и отличными функциями. В этой новой ступени развития материи присутствует механическая, физическая и химическая формы движения материи, но соотношение между ними изменяется. Ведущее значение приобретает физическая форма движения, усиливает свою роль химическая, включая механическую и физическую.

Устойчивое агрегатное состояние материи (атомы, молекулы), новые процессы и функции взаимодействия являются ступенями в поступательном развитии материи и закономерно приводят к новому состоянию природы и более высокому классу явлений.

Третий класс природных процессов — макрообъекты. Структура — звезда, планета, спутники. Функция — переход вещества из состояния плазменного и газообразного в жидкое и твердое. Процессы — термоядерные, геофизические, геохимические и геологические. Это новая ступень развития материи, синтезирующая в себе все предыдущие ступени материального мира, и является новым его качественным состоянием. Оно не равнокачественно и находится в состоянии пульсирующего равновесия. Эволюция от туманности до звезды, планеты и карликовых звезд с гигантской массой характеризует это противоречивое единство, как специфическую ступень развития материи в отличие от предыдущих ступеней. Эта ступень в процессе развития природы имеет двойное значение.

Во-первых, она концентрирует в себе и является базой, объединяющей состояние материи на основе устойчивых структур и новых взаимодействий (атомов, молекул), создает возможность наиболее полного выражения их функций. Атомные и ядерные процессы внутри и на поверхности звезд и геологи-

ческие процессы планет осуществляются на основе этой новой ступени развития материи. На этой же основе вещество приобретает свои различные состояния (газообразное, плазменное, жидкое, твердое), без чего вещество, материальный мир в целом, остались бы только на уровне плазменного и газообразного состояния.

Как установлено, материя в новом ее состоянии звезд, планет (макротела) составляет незначительный процент, но без этой качественно новой ступени Вселенная была бы бесформенной, газово-плазменной, находящейся в резонансно-возбужденном состоянии средой.

Во-вторых, эта ступень состояния материи является единственным путем, ведущим к следующим качественным состояниям природы. Ведь жизнь и вслед за нею разумные существа возможны как следующий вероятный этап в развитии природы лишь на уровне ее планетарного состояния.

Четвертый класс природных процессов — жизнь во всех ее проявлениях (белок, клетка, организм, вид, биоценоз, биосфера) как закономерное явление дальнейшего процесса развития материи на ее планетарном уровне. Этот класс процессов природы как ступень ее прогрессивного развития, имеет свои, присущие только ему специфические качественные особенности. К ним относятся динамичные структуры, обладающие свойством саморегулирования процессов на всех ступенях живого, от клетки до биосферы в целом. Основная функция, присущая только этой ступени природы, — обмен и накопление наследственной информации — как основа самовосстановления и самовоспроизведения динамичных структур и их развития. Это новая ступень взаимосвязана с предшествующими процессами также через функцию обмена. Возникновение качественно новых процессов и функций имело своей основой наличие в предшествующих атомно-молекулярных процессах относительно устойчивых структур. Разнохарактерность процесса взаимодействия атомов и молекул, образование сложных соединений на молекулярном уровне, при определенных условиях создающихся на планетах, закономерно приводит к новому состоянию материи — жизни в тех или иных формах, как качественно новых структур, процессов и функций закономерностей и нового вида движения, включающих в себя

предшествующие ступени развития материи.

В свою очередь жизнь, как специфический класс природных процессов, явилась основой следующей ступени развития материи, образования целенаправленных процессов и новой функции активного целевого преобразования природы и собственных процессов — человеческого общества.

Однако на современном уровне развития науки, техники, производства нельзя обойти того факта, что общество, возникнув как закономерная ступень развития материи, чем дальше, тем больше выделялось из естественной природы, превращаясь в новый мощный фактор ее эволюции и преобразования. В результате целенаправленной деятельности человека изменялась природа нашей планеты и по существу создавалась новая, искусственная природа. Ныне человечество вступило в новую фазу своего взаимоотношения с природой, которую гениально предвидел К. Маркс, назвав ее эпохой «становления природы человеком».

Преобразование природы человеком в условиях строительства коммунизма, очевидно, приведет к такому состоянию, когда искусственная природа будет занимать в жизни общества большое место и играть более важную роль, чем природа естественная; при этом творческая деятельность людей охватит не только нашу планету, но в ближайшее космическое пространство, планеты солнечной системы.

В связи с тем, что новая эпоха становления природы, эпоха соревнования человека с природой уже началась и ее последствия и будущие контуры ясны, возникает задача учета в новой классификации материи и науки, нового класса явлений — искусственной природы. В системе классификации естественной природы этому классу явлений нет места, так как искусственная природа не может быть причислена к одному из упомянутых классов, так же как ее нельзя распределить по этим классам. Выход один — выделить искусственную природу в самостоятельный класс.

Пятый класс процессов — искусственная природа разнообразных отличных от природных структур, осуществляющих специфичные процессы и выполняющих функции, свойственные неживой и живой природе, разумной деятельности людей. Человек создает ее на основе синтеза и моделирования качеств, процессов, функций, структур и закономерностей

неживой и живой естественной природы, а также мыслительной деятельности людей.

Правда, на современном уровне развития производства и научно-технического процесса могут возникнуть возражения и сомнения, целесообразно ли выделить этот самостоятельный класс. Однако мы должны исходить из перспектив и в самой классификации, показать пути и направления будущего развития науки, техники, производства.

Конечно, человек, создавая искусственную природу, пока во многом зависит от естественной, он использует и применяет ее законы, процессы и функции и часто их просто моделирует, копирует. Однако уже сейчас деятельность человека вступила в сферу соревнования с природой, и чем дальше, тем эта сфера будет шире. Человек создает специфические структуры, осуществляющие столь же специфичные функции и процессы, и на этой основе возникнут свои закономерности.

Уже сейчас возникли новые области знаний, предметом которых является искусственная природа (кибернетика и многие отрасли технических наук). Поэтому выделение процессов, функций, структур искусственной природы становится настоящей потребностью научно-технического прогресса как настоящего, так и будущего.

Шестой класс процессов — человеческое общество, характеризующееся своими закономерностями, присущими только ему, целенаправленными процессами и разумной, преобразующей природу и свою собственную жизнь, функцией. Если жизнь как новая ступень в развитии материи имеет качественное отличие от предшествующих ступеней, именно: динамические структуры, саморегулирующие процессы и функции обмена и накопления наследственной информации, как основа саморегулирования и развития, то эта специфика живого на уровне своего высшего развития привела к возникновению новой, качественно высшей ступени развития — человеческого общества.

Высокоорганизованная материя приобрела функцию мышления, которая, возникнув в зачаточном состоянии у животных, развивалась и совершенствовалась на новой общественной ступени развития. Человек, будучи на первых порах целиком зависим от природы, постепенно, преобразуя ее целенаправленно, приобрел независимость, создав искусственную природу, которую, в свою очередь, использует для активного преоб-

разующего воздействия на природу.

На этой основе он решительно изменил и свою социальную природу и ныне уже вступает в высшую сферу своего общественного развития — в коммунизм. Целенаправленные процессы общественной деятельности, преобразовательная функция в природе и в общественном развитии высвобождают человека из-под зависимости от слепых сил природы и капиталистического общества. Люди уже на одной трети мира стали господами своих собственных отношений, они заменяют стихийное развитие общества сознательным.

Победа коммунизма во всем мире сделает человека как господином собственных отношений, так и властелином естественной и искусственной природы.

Такова сущность следующего порядка природы, открытая современной наукой, которая дает возможность по-новому подойти к классификации материи на основе новых, открытых наукой объективных характеристик природы, включающих структуры, тип движения, процесс и функцию и соответствующие ступени развития материи, специфические законы. Эта классификация включает в себя и сущность природы того порядка, который характеризуется основными формами движения материи, хотя и отрицает ее, снимает новыми характеристиками природы.

ПРЕИМУЩЕСТВА НОВОЙ КЛАССИФИКАЦИИ

Какие же основные проблемы решает новый принцип классификации в понимании природы и развитии науки?

Во-первых, раскрывает современную картину единства мира, дает ей более убедительное естественнонаучное обоснование, выявляет более широкую объективную основу единства мира.

Во-вторых, обосновывает разнокачественность материи и выявляет объективный критерий качественных отличий, присущий разным ее ступеням. Разнокачественность материи, как теперь доказано, включает не только движение и его форму, но и другие, более важные характеристики, — структуру, процесс, функцию. Эти общие классификационные признаки материи на всех ступенях ее развития, являясь разнокачественными, одновременно составляют и качественно отличную характеристику каждой группы явлений единого материального мира.

В-третьих, классификация фиксирует про-

цесс развития природы, вскрывает закономерность перехода от одной ступени к другой преемственность ступеней на новой, более богатой и разнообразной основе. Последующая ступень содержит в себе в снятом виде не только материю как таковую и тип ее движения, но и ее структуру, процесс и функцию.

Все это показывает, что общий фон единства мира, его разнокачественные ступени развития и основа преемственности оказались по своей сущности более широкими, разнообразными, чем они представлялись раньше на ступени познания сущности, связанной с формами движения материи.

Так выглядит современная естественно-научная картина мира, раскрытая наукой и соответствующая философскому диалектико-материалистическому его пониманию.

Следует обратить внимание и на то, что предлагаемый принцип классификации природы и науки может вызвать те или иные затруднения, в частности, еще не все изучено и исследовано в процессах и функциях различных ступеней материи. Возможно, не все науки получат свое строго определенное место в новой системе. Однако, может быть, этого и не следует требовать от классификационной системы. Важным и основным в системе классификации является то, чтобы она открывала пути, направляла исследования к новой, еще не открытой сущности природы.

На современном уровне познания дальнейшее исследование структур, процессов и функций материи — это передний край науки. Поэтому немаловажной задачей является научная классификация самого познания. Само собой разумеется, что классификация материи — основа классификации науки.

Указанные классы материальных процессов дают основу для ведущих областей знания, чтобы распределить по ним основные отрасли современной науки. Однако дело не только в этой схеме. Сама система классификации наук должна предсказывать пути дальнейшего научно-технического прогресса, не замыкая науку на достигнутом уровне.

Современная классификация науки — не только важная основа познания, она должна способствовать осуществлению наукой ее значительной функции как непосредственной производительной силы общества, дать научную основу организации и специализации научных учреждений, подготовке и профилированию как научных, так и производственных кадров.

В заключение следует отметить, что автор не претендует на окончательное решение этой важной философской и естественнонаучной проблемы. Важно поставить эту проблему на обсуждение.

Конечно, нелегко отказаться от привычного, уже сложившегося взгляда и автор к изложенной концепции пришел через противоречивые сомнения. Главным мотивом, послужившим поводом как для постановки данного вопроса, так и формулирования исходных позиций для его обсуждения, явилось понимание трудностей классификации материи и науки на современном уровне познания. Только на основе объединенных усилий философов, естествоиспытателей, историков науки широкое обсуждение проблемы, выявление различных точек зрения дадут возможность решить этот важный и уже назревший вопрос.

УДК 168.501



Ф. Д. Омани

ОКЕАН

Гидрометеорологическое издательство, 1963, 197 стр., ц. 38 коп.

Каждая новая экспедиция, отправляющаяся в океан, приносит нам много нового и интересного не только о живых существах, населяющих морские глубины, но

и о строении подводного рельефа, течениях и т. п. Английский ученый рассказывает о том, что известно сейчас о бассейне мирового океана — о теориях его происхождения, составе морской воды, приливах и отливах. Подробно описывает жизнь в открытом океане, приливно-отливной полосе, материковой отмели и, наконец, знакомит с обитателями абиссальной, глубоководной, океанической области. Коротко охарактеризованы методы работы океанографов. Большое внимание уделено в книге морскому рыболовному и китобойному промыслам.

В этих главах читатель познакомится с историей и особенностями ловли различных видов рыб и китов. Автор призывает к разумному ведению промыслов.

К сожалению, как справедливо отмечено редакцией, подготовившей книгу к изданию на русском языке, автор не использовал материалов многолетней работы советских ученых на океанографических исследовательских судах «Витязь», «Обь», «Ломоносов», «Севастополь», «Экватор», «Полярник» и др. Эти материалы заметно обогатили бы книгу, сделали бы ее интереснее.



Доктор географических наук, заведующий отделом Института океанологии АН СССР В. П. Зенкович удостоен Ленинской премии за научный труд «Основы учения о развитии морских берегов», являющийся итогом тридцатилетних исследований, проведенных ученым в этой области.

„Белая ПОЛОСА“

Советские люди широко распахнули дверь в мир неведомого, они уже побывали в космических далях и принесли на Землю бесценные сведения о Вселенной. Еще недавно ученые сравнивали по степени изученности дно океанов с поверхностью невидимой стороны Луны. Сейчас это сравнение уже устарело: обратная сторона Луны сфотографирована советской автоматической межпланетной станцией и перестала быть загадкой. Дно океана исследуется десятками экспедиций, и многие тайны пучин теперь тоже раскрыты. И порой может показаться,

что все уже так подробно изучено, что на нашей планете не осталось никаких неисследованных участков, так называемых белых пятен на карте. В крайнем случае, разве только где-то в ледяной Антарктиде, суровом Канадском архипелаге или еще в каком-нибудь труднодоступном районе. Однако, как это ни странно, есть на земной поверхности даже не пятно, а целая «белая полоса» почти в миллион километров длиной, о которой до последнего времени ученые почти ничего не знали. Проходит она совсем поблизости от нас, можно сказать, совсем

под боком, там, где многие работают, живут и отдыхают. Эта «белая полоса» — мелководье побережья морей и океанов, а «белой» ее с полным основанием можно назвать из-за крайне слабой изученности.

До последнего времени здесь работали только гидрографы. Но их интересовали лишь глубины и меньше всего характер дна. «Большие» же океанографические экспедиции занимались пучинами морей и океанов, и им было не до этих малых глубин. Правда, геологов и географов давно интересовало строение побережья моря, но ведь оно покрыто водой и не так-то просто иметь с ним дело. Так случилось, что до наших дней прибрежная полоса осталась малоисследованной.

Однако сама жизнь все настойчивее требовала изучения этого переходного пространства между глубинами моря и сушей.

Никогда не устанешь восхищаться могуществом штормовых волн, обрушивающих свои сокрушительные удары на каменные береговые скалы. Проходит время, и они сдаются натиску волн — разрушаются. Менее заметно, но с неизменным упорством «обрабатывают» мелководья «ласкающие» берег мелкие волны. Там, где суша сложена

малопрочными породами, море заставляет ее отступать. Так постепенно исчезают пляжи, на которых еще недавно загорали люди, возникают коварные оползни, оседают прибрежные строения и дороги.

Морские волны переносят миллиарды тонн наносов (песка, гравия, гальки). Вода, подхватив их в одном месте, уносит в другое. Море неустанно проводит свою «работу», не согласовав ее с людьми, и очень часто во вред им. Так, оно засыпает каналы и акватории портов. Для поддержания необходимых там глубин приходится отчаянно трудиться и нести громадные расходы. А иногда искусственные сооружения, на создание которых были затрачены большие средства, совершенно выходят из строя. Таким образом, человек всегда платил огромную дань морю за незнание законов его деятельности.

Но не только практические интересы заставляли познавать эту огромную «белую полосу» мелководья. Без ее изучения нельзя ответить на многие насущные вопросы современной геологии. Трудом советских ученых было выяснено, что многие залежи полезных ископаемых появляются в результате осадочных процессов, которые наибо-



Берег Берингова моря

лее интенсивно происходили в прибрежной зоне древних морей. Именно так возникли крупные залежи железных, марганцевых, фосфоритных руд, солей и многих других полезных ископаемых. В скоплениях морских наносов часто содержатся россыпи редкоземельных минералов, спрос на которые в наши дни сильно возрастает.

Как же искать эти сокровища? Ясно, что для этого надо хорошо разбираться в распределении древних осадочных пород. Но прошлого нельзя понять, если наука не познает современные процессы, изменяющие рельеф мелководий, закономерности очертаний морских берегов, характер отложения наносов в зависимости от различных природных факторов и многое другое. Одним словом, надо хорошо познать «белую полосу» мелководья, всесторонне изучить ее закономерности.

Этой интересной областью знаний еще в начале тридцатых годов и заинтересовался Всеволод Павлович Зенкович. А сейчас его монография «Основы учения о развитии морских берегов» удостоена Ленинской премии.

Когда в годы первых пятилеток потребовалось выполнить большие гидротехнические работы на морях СССР (по строительству и реконструкции портов и морских каналов, по защите берегов от разрушения), советским инженерам и ученым пришлось столкнуться с исключительно слабой изученностью наших побережий, а также с недостаточной разработанностью основных положений о режиме морских берегов в мировой литературе. Эти запросы практики, которыми увлекся молодой ученый, и определили творческий путь будущего профессора, доктора географических наук В. П. Зенковича. Видимо, немалую роль в этом сыграла его любовь к морю. Он стал не только крупным ученым, но и хорошим, разносторонним спортсменом — яхтсменом, пловцом и ныряльщиком. А в самых сложных экспедициях у него всегда под рукой ящик с красками, и в свободное время он восполняет кистью то, чего не измерить приборами и не втиснуть в знаки формул.

Много лет В. П. Зенкович работал в океанографических, рыбных и географических институтах страны. Но где бы он ни был, его всегда тянуло к своей любимой природной лаборатории — в прибрежную полосу. И какое бы задание он ни выполнял, он всегда старался выкроить время, чтобы походить на простой рыбацкой лодке вдоль

берегов, осмотреть рельеф мелководья, а при возможности и опуститься на его дно.

Через несколько лет после окончания высшего учебного заведения за молодым ученым была закреплена для исследования любимая ему научная тема. Первые исследования побережья проходили отнюдь не на ласковом Черном море. Изучались районы сурового Мурманского берега, Мезенский залив Белого моря и пустынный Восточный Каспий. Незадолго до войны советские исследователи для изучения рельефа прибрежной полосы впервые использовали кислородные водолазные аппараты. Наши специалисты опередили в этих исследованиях зарубежную науку не меньше чем на десяток лет. Пионером этих работ был В. П. Зенкович. К слову сказать, он работает под водой (в акваланге) до настоящего времени — уже четверть века; это прекрасный пример своеобразного водолазного «долголетия».

Однако настоящего размаха исследования морских берегов достигли после окончания войны, когда по инициативе крупного советского ученого акад. П. П. Ширшова был создан Институт океанологии Академии наук СССР, в котором В. П. Зенкович воз-

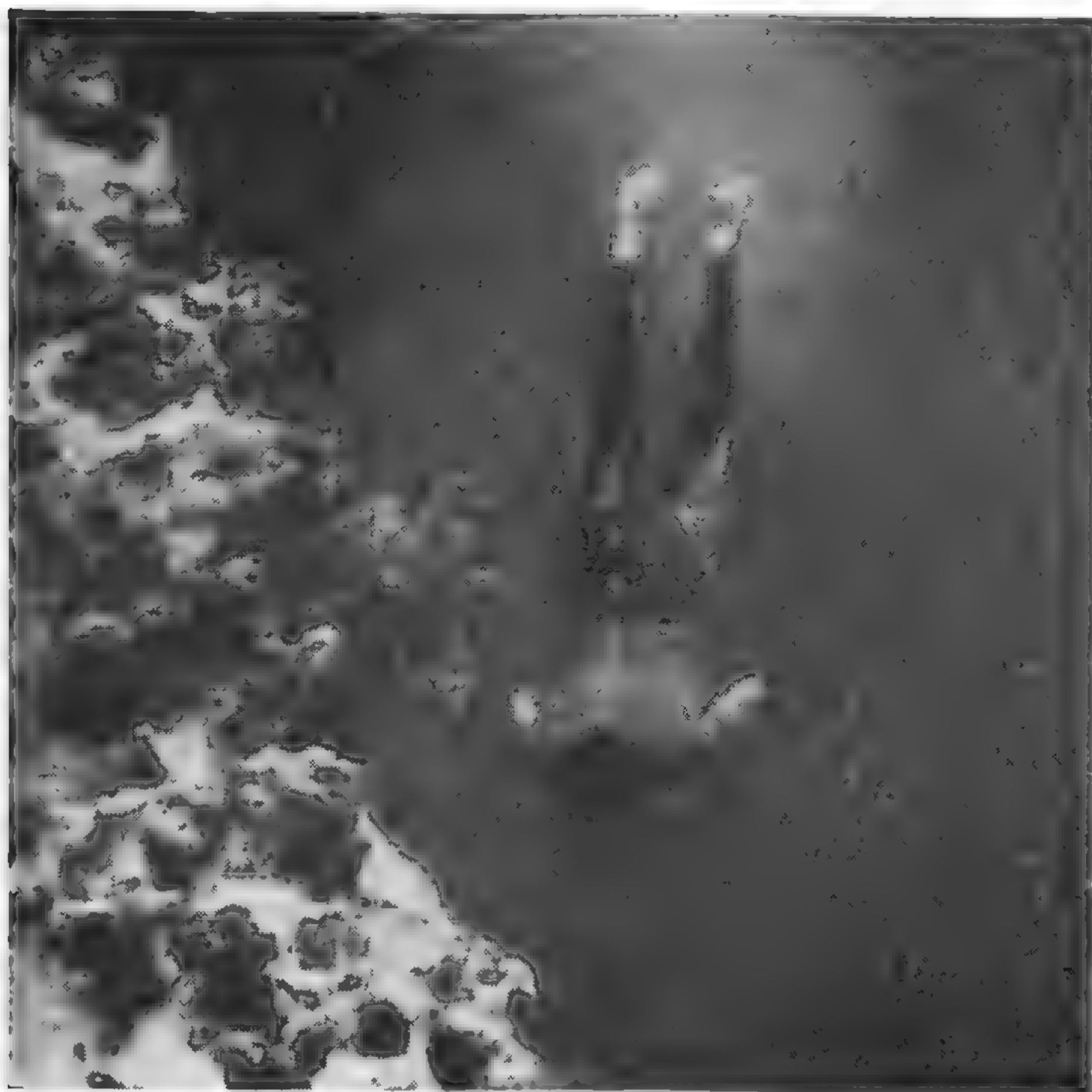


В. П. Зенкович за работой

главил работы по изучению динамики и морфологии берегов. Исследования были начаты летом 1945 г. Вот уже и руководитель, и его помощники (которые впоследствии сами стали видными специалистами) бороздят на маленьких ботах суровые воды Берингова и Чукотского морей.

Экспедиция на Новую Землю. Прибрежья Каспия и Черного моря покрыты сплошной съемкой. Познание новых явлений требует создания новых методов и техники. Нужно было тщательно исследовать движение камней и песка на морском дне. Камни довольно просто выкрасить и следить, куда они перемещаются во время шторма. С песком же дело сложнее. Но здесь В. П. Зенковичу помогли химики. В. К. Матвеев и В. В. Патрикеев предложили использовать краски, светящиеся при ультрафиолетовом освещении. Так родился люминофорный метод изучения песчаных потоков на морском дне.

А как изучать разнообразные системы течений и действие волн на дне во время штормов? Были созданы специальные электронные датчики, над морем была построена подвесная дорога. Так удалось впервые произвести наблюдения за действием штормов.



«Рабочее место ученого». В. П. Зенкович ныряет на дно Адриатического моря. 1962 г.

мов. Ученым удалось «увидеть», что делается на дне моря, когда оно кипит бурунами и с остервенением наносит удары по прибрежным скалам.

Геологам, в свою очередь, было очень важно узнать толщину слоя прибрежных наносов. Как меняется с глубиной их состав? Для проведения таких исследований в Институте океанологии была сконструирована грунтовая трубка, которая, вибрируя, могла легко проникать в песчаные и даже галечные наносы. При помощи этого устройства удалось легко и быстро «прошивать», по существу, всю толщу прибрежных наносов. Полученный же столбик образцов наносов — «колонка» длиной до 5 м позволяет проследить характер слоев, узнать историю развития берегов, скорость их нарастания и получить много других сведений, необходимых специалистам. Вибропоршневая трубка Института океанологии сейчас получила всемирное распространение.

За пятнадцать лет изучения мелководья с применением новых методов В. П. Зенкович и его ученики обследовали более 12 тыс. км береговой линии морей нашей страны. Общая длина водолазных маршрутов, на которых проводились исследования, составляет не менее тысячи километров. В ряде мест выполнялись стационарные работы, длившиеся иногда по многу лет.

Побывал ученый и на ряде других морей. Совсем недавно В. П. Зенкович и его сотрудники вернулись из Югославии, где они исследовали побережье Адриатики.

Итоги более чем тридцатилетних исследований В. П. Зенковича изложены в монографии «Основы учения о развитии морских берегов», отмеченной высокой наградой — Ленинской премией. Чем же так примечательна эта работа?

Для того чтобы ответить на этот вопрос, следует напомнить о состоянии изучения морских берегов до работ, о которых говорилось выше. Труды на эту тему издавались за рубежом и раньше. Но они были по существу лишь описательными, это более или менее подробные сводки фактов без должного анализа и теоретического обоснования. Последним словом зарубежной науки в этой области была работа Джонсона, изданная в США в 1919 г. Однако и в этой книге содержался почти исключительно описательный материал без необходимого для практических целей анализа основных процессов.

Что не удавалось зарубежным специалистам, то было сделано советским ученым. В. П. Зенкович доказал, что морской берег нельзя изучать только по урезу воды, изолированно от других многочисленных факторов. Все силы, изменяющие его характер и очертания, зарождаются на мелководном морском дне в зоне воздействия волн. Отсюда видно, что от строения прибрежной зоны в первую очередь зависит ход развития самого берега. Выдвинув и обосновав тезис о тесной взаимосвязи этих факторов, В. П. Зенкович буквально поставил науку о развитии морских берегов «с головы на ноги». Оказалось, что развитие берегов неотделимо от прибрежного пространства. В этой зоне, то узкой, то расширяющейся на десятки километров, взаимодействуют материка и океаны, суша и вода. При этом волны и приливы стремятся создать себе гладкую «подушку», на которой они постепенно гасят свою огромную энергию. Если представить себе материк абсолютно неподвижным, то за миллионы лет волны сгладили бы его резкие края и превратили их в плавные дуги, окаймленные полосой наносов. Наступило бы своеобразное равновесие.

Однако этого не случается потому, что материка активны. С них в море поступают миллиарды тонн наносов. Там, где они собираются на небольшом участке, волны не в силах с ними справиться. Так, например, у речных устьев формируются дельты. Кроме того, и сами материка не остаются вечно неподвижными. Могучие внутренние силы Земли медленно поднимают или опускают их. Это тоже нарушает возникающее равновесие.

В этих сложных процессах специалисты научились улавливать вредные последствия, о которых говорилось вначале, а также поняли, где и в каких условиях море ведет полезную работу, образуя толщи наносов, включающих полезные ископаемые, создавая обширные вместилища (заливы, лагуны), которые служат как бы сосудами для их накопления. На основе этих же знаний мы можем предсказывать сейчас, как поведет себя то или иное сооружение и как бороться с разрушительной стихией моря. Таким образом, важная особенность труда В. П. Зенковича в том, что, основываясь на открытых им закономерностях, он смог представить ход развития морских берегов в виде стройной общей теории и впервые дать рациональ-

ное объяснение многим важным явлениям, ставившим в тупик его предшественников.

В современной науке редко бывает так, чтобы весь сложный процесс становления новой отрасли знаний был связан с именем одного человека. Основное качество советской науки — это ее коллективность. Именно так произошло с изучением проблемы берегов и прибрежной зоны моря. В. П. Зенкович вырастил и возглавил за последние полтора-два десятка лет целую школу специалистов новой отрасли науки.

Вот как сам В. П. Зенкович ответил на вопрос о причинах успехов в изучении берегов. «Это результат упорного, тяжелого (не только умственного, но и в прямом смысле физического) труда коллектива людей, вооруженных последними достижениями техники. Мне удалось увлечь новым делом несколько десятков представителей нашей талантливой молодежи. Они поверили в это дело, и мы уже не свернули с избранного пути. Наши успехи пришли после того, как в течение нескольких лет мы в труднейших условиях настойчиво делали в сущности одно и то же. Вели промер, изучали состав грунта, формы и очертания берегов. Одновременно проверяли все новые идеи, проводя опыты по гидродинамике, по перемещению наносов, по скорости разрушения берегов. Конечно, все результаты приходилось анализировать и осмысливать по многу раз для того, чтобы выводы были надежно обоснованы».

Теория развития морских берегов, разработанная проф. В. П. Зенковичем, получила высокую оценку многих организаций, ведомств, научных коллективов и крупнейших ученых нашей страны. Отдавая должное выдающимся заслугам советского ученого в разработке новой отрасли науки, участники XII Ассамблеи Международного союза геодезии и геофизики избрали В. П. Зенковича президентом Комитета прибрежной океанографии.

Мы можем гордиться тем, что советские ученые, выполняя Программу КПСС, завоевывают все новые и новые передовые позиции в различных отраслях знания. Так советские морские геологи — В. П. Зенкович и его ученики «стирают» огромную «белую полосу» с карты нашей планеты.

С. Д. О с о к и н
Действительный член
Географического общества СССР
Москва

УДК 210.5



НОВЫЙ ТИП ДЕЛЕНИЯ АТОМНЫХ ЯДЕР

Атомное ядро состоит из протонов и нейтронов, носящих общее название нуклонов. Число протонов определяет заряд ядра Z и тем самым место данного элемента в таблице Д. И. Менделеева, его атомный номер. Общее число нуклонов в ядре называется его массовым числом A . В процессе радиоактивных превращений ядра одного элемента превращаются в ядра другого элемента. Так, в процессе α -распада U_{92}^{238} из него вылетает α -частица (ядро атома гелия), имеющая заряд $+2$ и из исходного ядра получается ядро Th_{90}^{234} с атомным номером на две единицы меньшим, чем уран.

В процессе деления, которое как и α -распад наблюдается у ядер, находящихся в конце таблицы Д. И. Менделеева, исходное ядро распадается обычно на два ядра, относящихся уже к середине таблицы элементов. Так, в процессе деления ядро урана с $Z=92$ распадается на два осколка, один из которых может быть ядром бария ($Z=56$), а другой ядром криптона ($Z=36$).

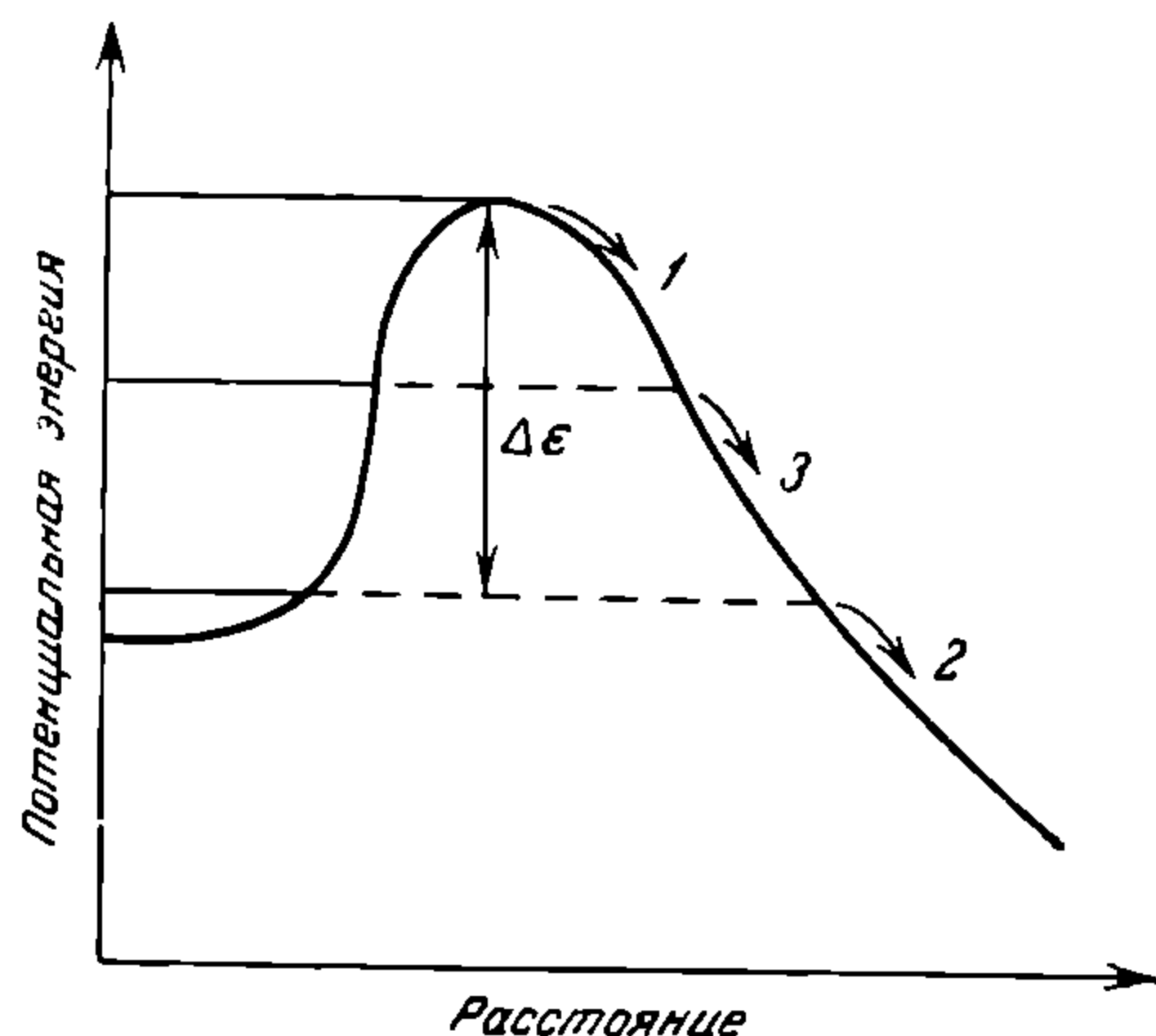


Рис. 1. Схема потенциального барьера для деления. Отрезок ΔE — разница энергий, соответствующих максимуму барьера и энергии основного состояния ядра. Стрелки: 1 — вынужденное деление, 2 — спонтанное деление, 3 — деление из метастабильного состояния ядра

По закону сохранения массы — энергии деление возможно для ядер с массовым числом примерно 110 или больше. Существенная особенность процесса деления состоит в том, что оно проходит через промежуточное состояние, энергия которого больше как энергии начального состояния ядра, так и конечных состояний ядер-осколков. Дело в следующем. Представим себе процесс деления в обратном порядке. На больших расстояниях между положительно заряженными осколками действуют кулоновские силы отталкивания. По мере приближения одного осколка к другому его потенциальная энергия растет, он как бы взбирается на горку. На достаточно малых расстояниях между нуклонами, образующими осколки, начинают действовать мощные короткодействующие ядерные силы притяжения и осколок как бы опускается в яму, расположенную за горой. Хотя потенциальная энергия нуклонов в ядре в основном состоянии (на дне ямы) и выше, чем энергия нуклонов в осколках, разошедшихся на большое расстояние, ядро не может распасться без преодоления потенциального барьера, являющегося следствием различия в зависимости ядерных и кулоновских сил от расстояния. Схематически потенциальный барьер изображен на рис. 1. Чтобы произошло деление ядра, ему нужно сообщить недостающую пороговую энергию ΔE , равную разнице энергий, соответствующих максимуму барьера и основному состоянию. В этом случае мы имеем так называемое вынужденное деление, открытое в 1939 г. немецкими радиохимиками О. Ганом и Ф. Штрассманом при облучении урана медленными нейтронами, которые, присоединяясь к ядрам U^{235} , приносили с собой энергию, превышающую порог деления. Схематически процесс вынужденного деления изображен стрелкой 1 (см. рис. 1). В дальнейших экспериментах было показано, что деление целого ряда тяжелых ядер может происходить как под действием нейтро-

нов, так и под действием ускоренных протонов, альфа-частиц, гамма-квантов, тяжелых ионов, мезонов. Было установлено, что вынужденное деление происходит за время, не превышающее 10^{-14} сек.

Сразу же после открытия вынужденного деления ядер известный датский физик Нильс Бор выдвинул гипотезу о возможности самопроизвольного (спонтанного) деления тяжелых ядер за счет квантово-механической проницаемости потенциального барьера (туннельного эффекта).

Эта гипотеза логически вытекала из всего предшествующего развития ядерной физики. Ведь естественная α -радиоактивность тоже не могла быть объяснена законами классической физики. Если представить себе α -частицу обычным шариком, он сам по себе никогда не мог бы взобраться на барьер, как бы низко ни предстояло ему потом скатиться. Но в квантовой теории существует определенная, отличная от нуля вероятность проникновения частицы через потенциальный барьер. Образно говоря, она при этом не «перекатывается» через барьер, а «проскальзывает» под ним по какому-то «туннелю». Этот образ и привел к появлению специальных терминов — «туннельный эффект», «туннельный диод» и другим.

На рис. 1 стрелкой 2 схематически представлено туннельное прохождение частиц через барьер. Вероятность этого процесса тем больше, чем ниже барьер и чем он уже. С увеличением высоты барьера или его ширины вероятность туннельного эффекта экспоненциально¹ уменьшается.

Явление спонтанного деления ядер урана с природным изотопным составом было открыто в 1940 г. в лаборатории И. В. Курчатова советскими физиками К. А. Петряком и Г. Н. Флеровым. Скорость спонтанного деления урана оказалась чрезвычайно малой — на миллион актов альфа-распада приходился всего один акт спонтанного деления. Остальные элементы, спонтанное деление ядер которых наблюдалось в дальнейшем, — искусственно полученные трансурановые элементы. Имеющиеся в настоящее время данные по периодам спонтанного деления различных изотопов представлены на рис. 2, где по одной оси в логарифмическом масштабе отложен период полураспада

¹ Экспоненциальная зависимость имеет вид $y = a^{\pm x}$. Знак минус соответствует экспоненциальному убыванию.

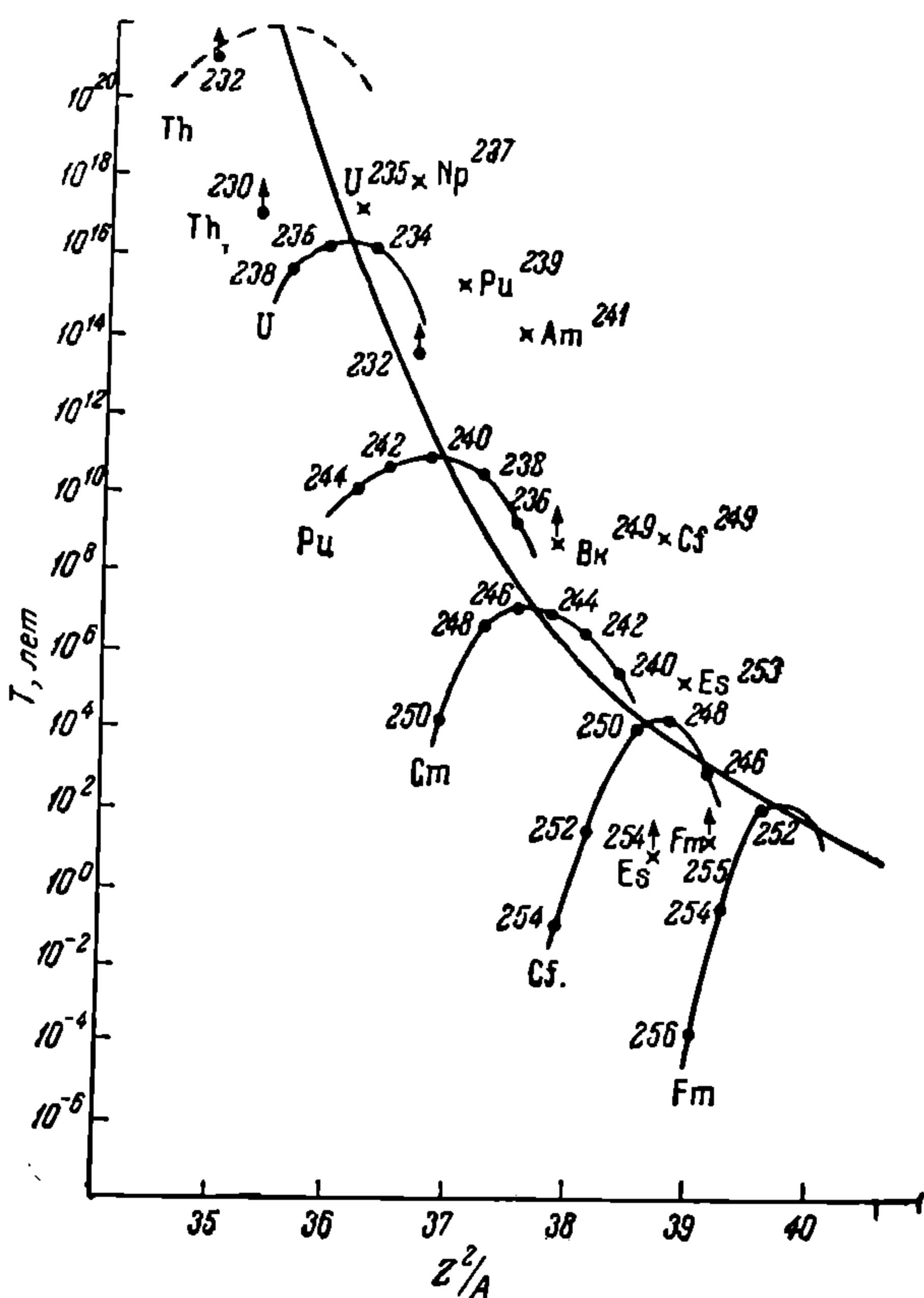


Рис. 2. Периоды спонтанного деления. Стрелками показано, что для данных изотопов установлена лишь нижняя граница периода

в годах, а по другой — параметр Z^2/A , где Z — атомный номер изотопа, а A — массовое число. Этот параметр в модели, рассматривающей ядро в виде капли жидкости, представляет собой отношение кулоновской энергии отталкивания протонов к энергии притяжения нуклонов за счет ядерных сил, которые в этой модели ядра трактуются как силы поверхностного натяжения. Параметр Z^2/A в модели жидкой капли входит в выражение для проницаемости потенциального барьера таким образом, что логарифмы периодов полураспада по отношению к спонтанному делению должны линейно уменьшаться с возрастанием Z^2/A (длинная сплошная кривая на рисунке).

Однако модель жидкой капли — очень грубое приближение к действительной картине строения ядра и отражает лишь самые общие тенденции в поведении периодов спонтанного деления, что и видно из рис. 2. Но внутри ядра нуклоны обладают не одной и

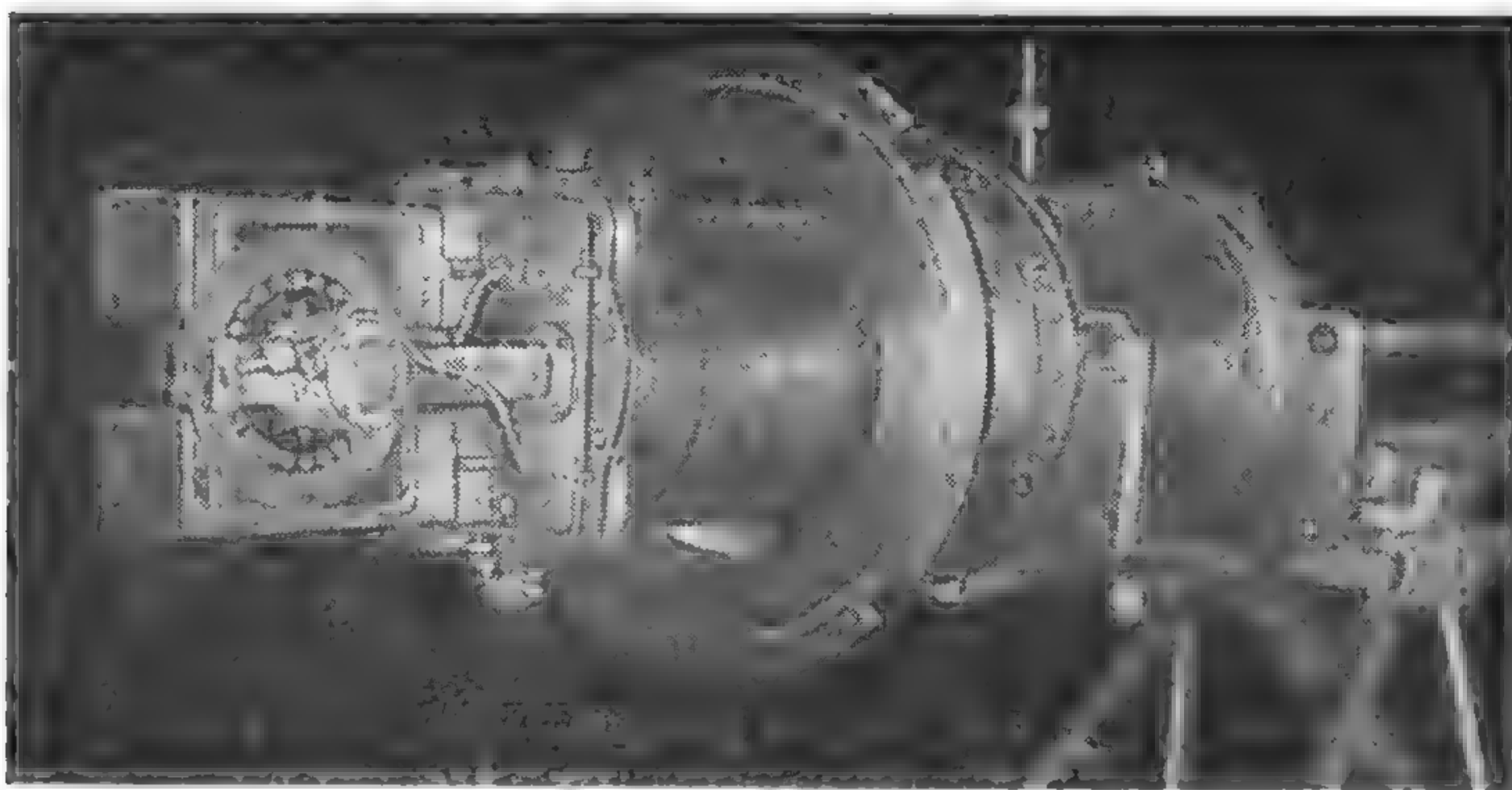


Рис. 3. Пробник для изучения спонтанно делящегося изомера со снятым вакуумным кожухом

Фото П. Зольникова

той же энергией, как это предполагается в модели капельного ядра, а распределены по целому спектру разрешенных энергетических уровней. Учет влияния положения уровней отдельных нуклонов приводит к значительно лучшему согласию теории с экспериментом. Однако и в настоящее время процесс спонтанного деления ядер объясняется лишь качественно ввиду больших трудностей интерпретации этого сложного явления.

Новые возможности в изучении механизма деления ядер открылись с получением в ряде лабораторий мира интенсивных пучков ускоренных тяжелых ионов. Эти возможности связаны, во-первых, с тем, что на ускорителях тяжелых ионов можно получать изотопы самых далеких трансурановых элементов, приближаясь к той области периодической системы элементов Менделеева, где спонтанное деление становится основным видом распада, а, во-вторых, с тем, что при облучении тяжелыми ионами ядер-мишеней получают ядра в состояниях с большим угловым моментом, который наряду с энергией является одной из важнейших характеристик данного состояния ядра.

В Лаборатории ядерных реакций Объединенного института ядерных исследований в Дубне, которой руководит один из авторов открытия спонтанного деления чл.-корр. АН СССР Г. Н. Флеров, с 1960 г. работает самый мощный в мире циклотрон; на нем получены интенсивные пучки тяжелых ионов от бора до аргона. Опыты по изучению спонтанного деления тяжелых ядер, начатые в 1961 г. на этом ускорителе большой группой физиков и инженеров в составе В. А. Друина, В. А. Карнаухова, А. Ф. Линева, В. Л. Михеева, В. П. Перелыгина, А. А. Плева,

С. М. Поликанова, Н. К. Скоблеева, Г. М. Тер-Акопяна, [В. А. Фомичева] и других, привели к открытию качественно нового явления в ядерной физике, которое нельзя было объяснить никакими известными ранее закономерностями.

В этих экспериментах пучок тяжелых ионов попадал на тонкую мишень из U^{238} . За счет импульса бомбардирующих частиц продукты ядерных реакций выбивались из мишени и попадали на вращающийся сборник — кольцо из алюминиевой фольги, укрепленное на диске из нержавеющей стали. Осколки деления ядер, попавших на сборник, регистрировались при помощи специально сконструированных ионизационных камер и полупроводниковых детекторов, либо целого ряда фотопластинок, располагавшихся по окружности сборника, переносившего продукты ядерных реакций последовательно от одного детектора осколков к другому. Внешний вид аппаратуры показан на рис. 3.

В ряде опытов была использована новая методика регистрации осколков деления при помощи обычных плоских стекол, разработанная В. П. Перелыгиным с сотрудниками. Дело в том, что осколки деления остаются в стекле невидимыми даже в оптический микроскоп следы, которые после травления в слабом растворе плавиковой кислоты увеличивают свой размер настолько, что становятся хорошо заметны при наблюдении в микроскоп со сравнительно небольшим увеличением. К другим же ядерным частицам — протонам, α -частицам и т. д. стекла нечувствительны. Типичные следы осколков деления в стекле под микроскопом показаны на рис. 4.

Многочисленные эксперименты однозначно показали, что при облучении U^{238} ионами Ne^{22} , Ne^{20} , O^{16} , B^{11} , B^{10} примерно в одной десятимиллионной доле от всех случаев попадания в ядра урана бомбардирующих частиц образуются ядра, испускающие осколки деления с периодом полураспада $0,014 \pm 0,001$ сек. Кривая распада обнаруживает одну четкую экспоненту, свидетельствующую о том, что мы имеем дело с распадом из одного определенного состояния.

Дальнейшие опыты, проведенные сотрудниками ОИЯИ на 150 см циклотроне Института атомной энергии им. И. В. Курчатова, показали, что ядра, испускающие осколки деления с тем же самым периодом, что и в случае тяжелых ионов, образуются и при

облучении Am^{243} , Pu^{242} , Pu^{239} α -частицами и Pu^{242} дейтронами. Сумма всех полученных данных позволила установить, что мы имеем дело с распадом ядра с $A \leq 242$ и $Z \leq 95$, по-видимому, Am^{242} в изомерном состоянии, поскольку все ядра с $A \leq 242$ и $Z \leq 95$ в основном состоянии, которые могут получиться в наших опытах, хорошо изучены, имеют времена жизни, на много порядков превышающие 10^{-2} сек., и их периоды спонтанного деления имеют значения, превышающие десятки миллиардов лет. Самые осторожные оценки показывают, что вероятность спонтанного деления полученных в наших опытах ядер, независимо от того, к какому изотопу америция или даже плутония они относятся, по крайней мере в 10^{15} раз превышает вероятность спонтанного деления ядер в основном состоянии.

Резкое увеличение вероятности спонтанного деления может быть связано с тем, что ядра делятся не из основного, а из возбужденного, метастабильного состояния.

Такое состояние схематически изображено (см. рис. 1) средней горизонтальной линией. При этом высота потенциального барьера, который надо преодолеть, становится существенно меньше. Уменьшается и ширина барьера, так что вероятность туннельного перехода, т. е. вероятность спонтанного деления, должна стать на много порядков больше.

Возможно было бы предположение, что мы имеем дело не с непосредственным делением ядер из метастабильного состояния, а с мгновенным делением ядра, ставшего неустойчивым в результате предыдущего α -или β -распада. Тогда наблюдающийся очень малый период полураспада определялся бы временем именно этих процессов, аналогично тому, как это, например, имеет место при испускании запаздывающих нейтронов. Однако такая гипотеза несостоятельна. Для α - или β -распада со временем порядка сотой доли секунды и последующего мгновенного деления потребовалась бы такая большая энергия возбуждения исходного ядра, что оно само бы мгновенно разделилось в один прием, а не в два последовательных процесса.

Таким образом, первое предположение остается единственно возможным и можно считать, что в настоящее время твердо установлен факт открытия нового типа деления атомных ядер, деления из возбужденного, метастабильного состояния, промежуточ-

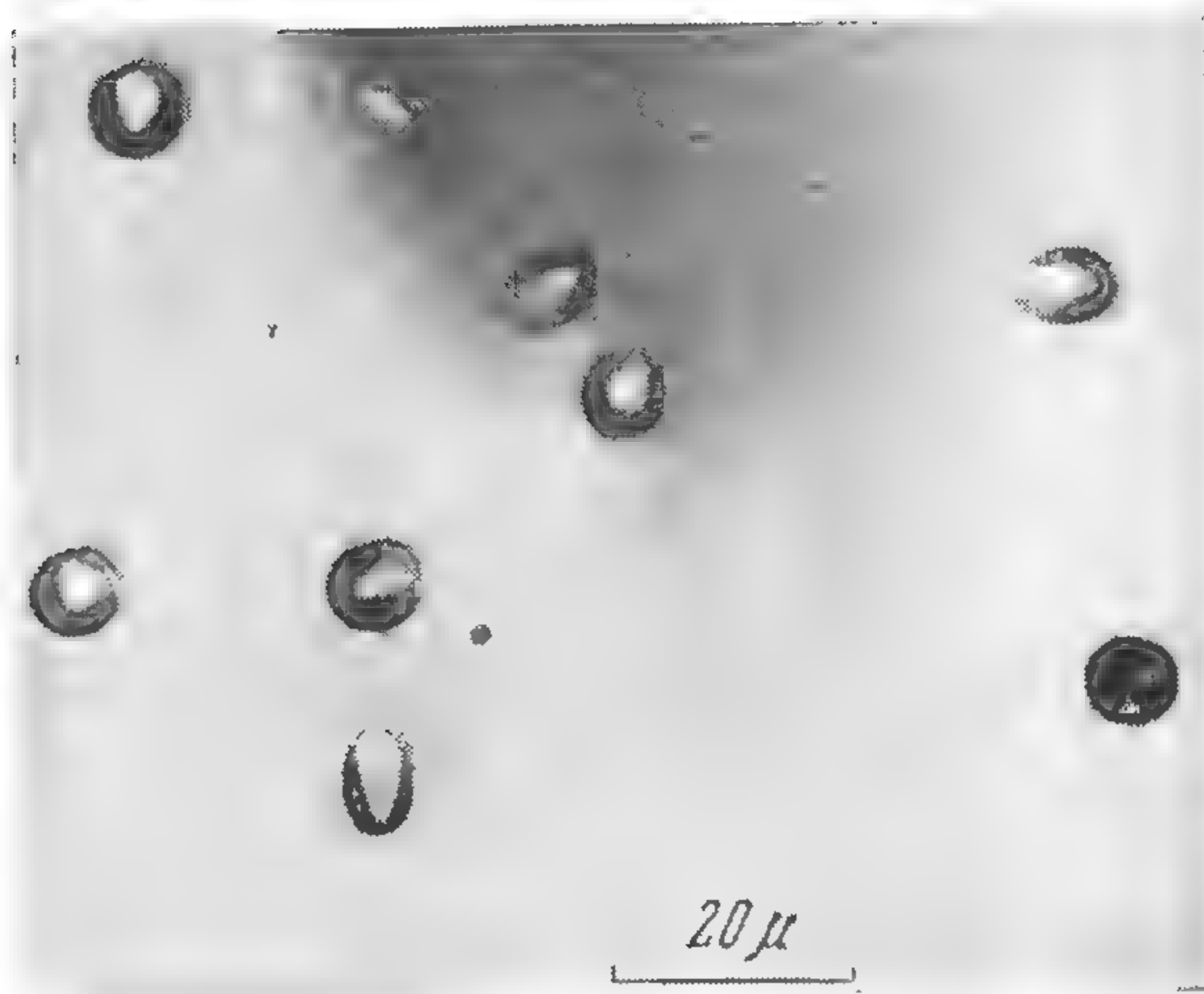


Рис. 4. Следы деления на стекле под микроскопом

ного между вынужденным и спонтанным делением.

Трудность наблюдения этого явления состоит в том, что в диапазоне энергий возбуждения от основного состояния до порога деления время жизни ядра определяется вероятностью его перехода в основное состояние путем электромагнитного излучения, которое могло бы происходить за время порядка 10^{-12} сек. Причины, приводящие к запрету электромагнитного излучения и резкому увеличению вероятности спонтанного деления, остаются пока неясными. Существенную роль тут, по-видимому, играет угловой момент, получаемый ядром-мишенью при взаимодействии с ускоренной частицей.

Обнаруженный случай резкого увеличения вероятности спонтанного деления не единичен. В Лаборатории ядерных реакций после разработки новой высокочувствительной аппаратуры уже обнаружен новый спонтанно делящийся изомер, образующийся при взаимодействии ионов кислорода с U^{238} . Его период распада около 3 сек. По-видимому, существует целый класс ядер-изомеров неизвестного ранее типа, снимающих свое возбуждение путем деления. Дальнейшее изучение таких ядер должно дать новые данные как об их свойствах, так и о самом механизме деления ядра.

С. М. Поликанов

Кандидат физико-математических наук

В. Л. Михеев

Объединенный институт ядерных исследований
(Дубна)

УДК 539.173

«ЗРЕНИЕ ПАЛЬЦАМИ» И «ЯСНОВИДЕНИЕ» Л. ТЕПЛОВА

О необыкновенных способностях Р. Кулешовой «видеть пальцами» неоднократно писалось в газетах. Несмотря на то, что очень много лиц и в различных лабораториях экспериментировало с Р. Кулешовой и другими испытуемыми, в печати не появилось ни одного научного описания проведенных экспериментов, за исключением статьи автора («Природа», 1963, № 5). Корреспондентские сообщения из вторых или третьих рук, рассчитанные главным образом на то, чтобы поразить воображение читателя, не могут служить основой для серьезного обсуждения вопроса.

Уже первые газетные сообщения о «зрении пальцами» заставляли сомневаться в чистоте постановки опытов. Это и побудило нас в конце 1962 г. провести с Р. Кулешовой те опыты, которые мы описывали в журнале «Природа». Исследования в лаборатории Института биофизики АН СССР привели нас к выводу, что у Р. Кулешовой существует кожная чувствительность к свету, при помощи которой она различает цвета излучений. Однако опыты не подтвердили правильности таких сообщений, как, например, «узнавание цветов» в полной темноте.

За последние два года продолжали появляться газетные сообщения различной степени достоверности о ряде разповидностей «зрения пальцами». Наряду с этим возникла и другая тенденция, прямо противоположная первоначальной, но не менее сенсационная: никакого «зрения пальцами» вообще не существует, а все сообщения об этом — только результат ловкого обмана и нечисто поставленных опытов. Особенно категорична в этом отношении статья «Ясновидящие» научного обозревателя Агентства печати «Новости» Л. Теплова.

Надо сказать, что некоторые сомнения возникли еще в прошлом году и у отдельных исследователей. Эти предположения не оправдались, но они были полезны, так как привели к новым экспериментам, разъяснившим вопрос.

Во всех сообщениях о «зрении пальцами» надо различать: во-первых, явления кожной чувствительности к свету и, во-вторых, сообщения об «узнавании цветов» в темноте или через непрозрачные среды, т. е. без участия видимого света.

Если первое (факт в настоящее время экспериментально доказанный) представляет собой явление, хотя и удивительное, но правдоподобное, то второе следует отнести к разряду «чудес», принципиально недоступных какому бы то ни было рациональному объяснению.

Само понятие «цвета» неразрывно связано со светом. Без света нет и «цвета». «Узнавать то, чего вообще нет» — задача не просто трудная, а бессмысленная. Предметы, не испускающие света в полной темноте, если угодно, — все черные, и это е д и н с т в е н н ы й п р а в и л ь н ы й ответ, какой может быть дан в этих условиях. Правда, в разговорном языке под «цветом» несветящихся предметов обычно понимают их цвет при дневном освещении, который характеризует «окраску» этих предметов (под окраской здесь понимается способность отражать в большей или меньшей степени излучения разной длины волны). Это объективное свойство предметов, не зависящее от освещения. Однако для того, чтобы определить спектральную кривую отражения предмета любыми, даже чисто объективными методами, предмет обязательно необходимо осветить.

Вопрос о кожной чувствительности

к свету, наоборот, ставился неоднократно, еще в прошлом веке. В литературе от времени до времени появлялись сообщения о фактах «кожного зрения», однако они внушали мало доверия, отчасти по той причине, что чувствительность к свету была выражена слабо, а отчасти потому, что сами наблюдения ставились весьма небезупречно. Случай с Р. Кулешовой отличается тем, что у нее кожная чувствительность к свету выражена столь ярко, что не оставляет почвы для сомнений в ее существовании.

Однако и среди тех опытов, которые разные лица ставили с Р. Кулешовой, многие проводились весьма неудовлетворительно, и часто как раз такие опыты особенно бросались в глаза в газетных сообщениях. Не мудрено поэтому, что среди некоторых исследователей, после первого увлечения новым феноменом, возникла отрицательная реакция. Обнаружив небрежность в постановке опытов и столкнувшись с отдельными случаями обмана, эти исследователи пришли к выводу, что вообще никакого «кожного зрения» не существует. Уверенные в тщательности опытов, проведенных нами в 1962 г., мы не могли с этим согласиться. Поэтому с Р. Кулешовой были проведены проверочные эксперименты с участием представителей обеих точек зрения и еще нескольких авторитетных лиц.

Эта проверка показала, что кожная чувствительность к свету у Р. Кулешовой все же бесспорно имеется, тогда как «узнавание» цветов без участия света наблюдать не удалось. Правильность этого вывода была признана всеми участниками, а те, которые первоначально настаивали на отсутствии какого-либо «кожного зрения», отказались от публикации статьи, уже подготовленной к печати.

Во всем рассказанном поучительно следующее. Как лица, чрезмерно доверчивые, так и те, которые были склонны все отрицать, допускали по сути дела весьма сходные ошибки. Составив себе определенное мнение о явлении, которое еще предстояло изучить, они заботились главным образом о том, чтобы эту точку зрения подтвердить. Они забыли правило: «Чтобы доказать что-либо, приложи все усилия, чтобы это опровергнуть». То же, если это не удастся, положение может считаться доказанным в меру приложенных усилий. Естественно, сигналы от кожи, если они есть, должны быть слабыми, и для их отчетливого выделения требуются благопри-

ятные условия. Меры, полностью гарантирующие от обмана, не должны без крайней необходимости создавать для испытуемого явных неудобств. «Зрение пальцами», если оно вообще имеется, развивается путем тренировки; поэтому естественно ставить эксперименты в условиях, возможно более близких к условиям тренировки. И действительно, Р. Кулешова заметно хуже разбирала, например, светлые буквы на темном фоне, чем черные на белом фоне, с каким она тренировалась. Резко выраженное недоверие к добросовестности испытуемого может также принести заметный вред, особенно, если принять во внимание психическое состояние Р. Кулешовой. Впрочем и человеку вполне нормальному понятно, что безошибочное узнавание очень слабых сигналов, например слабых звуков, может сильно зависеть от обстановки опытов. Конечно, создание благоприятных условий эксперимента не должно ослаблять требований полной гарантии от обмана. Сочетание обоих условий — вопрос искусства экспериментатора. При этом надо помнить, что если какой-либо эксперимент используется для доказательства *н а л и ч и я* необычной чувствительности, то особенно важна гарантия от обмана: если же дело идет о доказательстве отсутствия необычных способностей, особенно важно обеспечить возможно более благоприятную обстановку для их проявления. Так, например, для обоснования кожной чувствительности к свету можно считать доказательными опыты, проведенные нами на калориметре замещения¹. Выходное отверстие прибора было полностью закрыто пальцем Кулешовой, о том, каков цвет подаваемой на стол смеси монохроматических излучений, никто из присутствовавших знать не мог. Правильность ответа проверялась задним числом. Этими опытами определялось наличие «цветного зрения», а также и то, что кожные терморецепторы роли не играют.

Экспериментальное обоснование отсутствия «кожного зрения» при отсутствии света было сложнее. Отказ Кулешовой узнавать рисунки в тщательно затемненной комнате не оказался достаточно убедительным, так как было сделано возражение: «Роза может узнавать рисунки и в полной темноте, но ей это трудно и она не всегда хочет постараться». Решающими оказались опыты при практическом монохроматическом освеще-

¹ См. «Природа», 1963, № 5, стр. 61—67.

нии, когда ответы давались охотно и уверенно, но содержали характерные для глаза ошибки в оценке света.

В отличие от разумных сомнений, приведших к новым проверкам, которые эти сомнения рассеяли, выступление Л. Теплова носит иной характер. Не осуществив никаких экспериментов, а только услышав, что некоторые из опытов с Р. Кулешовой проводились весьма небрежно, Л. Теплов почему-то решил, что никто, кроме него, не позаботился об аккуратной постановке исследований. Статья научного обозревателя АПН не содержит никаких экспериментальных данных, кроме того, что Н. Лобанова не смогла определить цвета в запечатанных конвертах. Но этот факт не имеет никакого отношения к зрению, ни к кожному, ни к обычному. Ведь если даже глазами нельзя определить цвет в запечатанном конверте, то почему же это должно быть возможно при помощи пальцев? Поэтому статья не дает никакого материала для научной дискуссии. Все же автор сам

указывает некоторые пути для критики его выступления. В частности, в ней упоминается закон сохранения информации Шеннона и закон достаточного основания Лейбница. Эти законы не настолько новы, чтобы их зачислять в актив обозревателя Агентства «Новости», однако соблюдение их несомненно желательно. К сожалению, в статье Л. Теплова они не соблюдаются. Информация на выходе системы (широкие и категорические выводы) значительно превосходит количество информации на входе (используемый экспериментальный материал), а неспособность Н. Лобановой узнавать цвета в запечатанных конвертах не кажется нам достаточным основанием для отрицания у Р. Кулешовой «кожной» чувствительности к свету.

Н. Д. Нюберг

Доктор физико-математических наук

*Лаборатория передачи информации в органах чувств
Института проблем передачи информации
АН СССР (Москва)*

* * *

Недавно «Литературная газета» (от 25 апреля 1964 г.) в подборке «Заблуждение или открытие?» правильно указала на вредность сенсационных сообщений о всякого рода чудесах ясновидения. Но каждого мало-мальски знакомого с сущностью исследований так называемого кожного зрения и с серьезными опытами и проверками, проведенными в этой области советскими учеными, весьма удивило опубликованное в этой подборке высказывание журналиста Л. Теплова. На основе своего домысла о подглядывании он огульно отвергает уже давно установленные природные явления.

Доказано, что способность «видеть», читать пальцами основана на том, что у людей есть области кожной поверхности, очень чувствительные к свету. Поэтому во всех опытах испытуемые могли читать, определять цвет при помощи пальцев только если объект освещен.

В Центральном доме журналиста научные

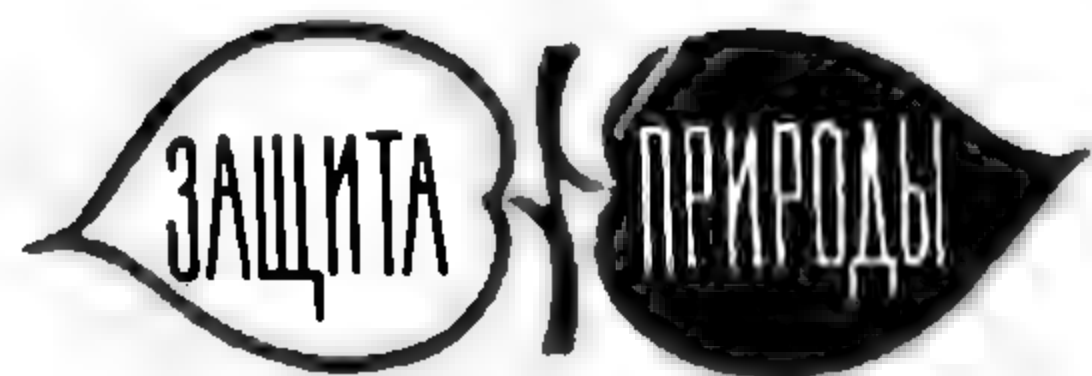
работники продемонстрировали меры предосторожности, принятые в контрольных опытах по проверке так называемого феномена Розы Кулешовой. Когда эти меры были осуществлены в отношении Л. Теплова, собиравшегося продемонстрировать аудитории, как он с завязанными глазами, искусно подглядывая, будет читать предложенный текст, то и он вынужден был публично признать полную гарантию этих мер против недобросовестности испытуемых.

И тем не менее, с настойчивостью, достойной лучшего применения, Л. Теплов продолжает огульно, бездоказательно отвергать установленные явления.

Дискуссии и споры в науке нужны, они помогают установлению истины, но эти споры должны вестись на должном научном уровне, в противном случае они, несомненно, ведут к тем нездоровым сенсациям, против которых справедливо выступает редакция «Литературной газеты».

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ, № 7 ЖУРНАЛА «ПРИРОДА»

**ПРОТОННЫЙ РАСПАД РАДИОАКТИВНЫХ ЯДЕР. Статья В. А. Карнаухова,
Г. М. Тер-Акопяна**



СОХРАНИМ ПТИЧЬИ БАЗАРЫ БАЙКАЛА

Массовые гнездовые колонии птиц на скалистых обрывах островов и на их плоских вершинах, носящие название птичьих базаров, известны в нашей стране не только в морях Ледовитого и Тихого океанов — они были красочно описаны еще ранними исследователями Байкала.

И самые крутые откосы скал оживлены пернатыми, — писал Густав Радде в 1857 г. после своего путешествия по Байкалу, — на них-то именно до августа месяца встречается невероятное множество особей некоторых родов. В пору выводки даурийская галка отыскивает здесь самые глухие расселины и вьет свое гнездо на недоступных обломках; мирно с ней тут же гнездятся крупные чайки и высиживают своих птенцов целые семьи карморов (так Радде называет больших бакланов. — *О. Г.*). Осенью покрывают они тысячами Баргузинскую и Селенгинскую бухты и целыми черными тучами поднимаются с озера на лакомую добычу»¹.

Немного позже известный в Сибири врач-путешественник Н. Кирилов наблюдал бакланов на островах Малого Моря, где, по его рассказам, они встречались такими массами, что помет лежал толстым слоем на скалах.

Острова с гнездовыми колониями птиц на обрывистых берегах называются на Байкале именем наиболее характерной из гнездящихся



Скалы острова Голый Кылтыгей

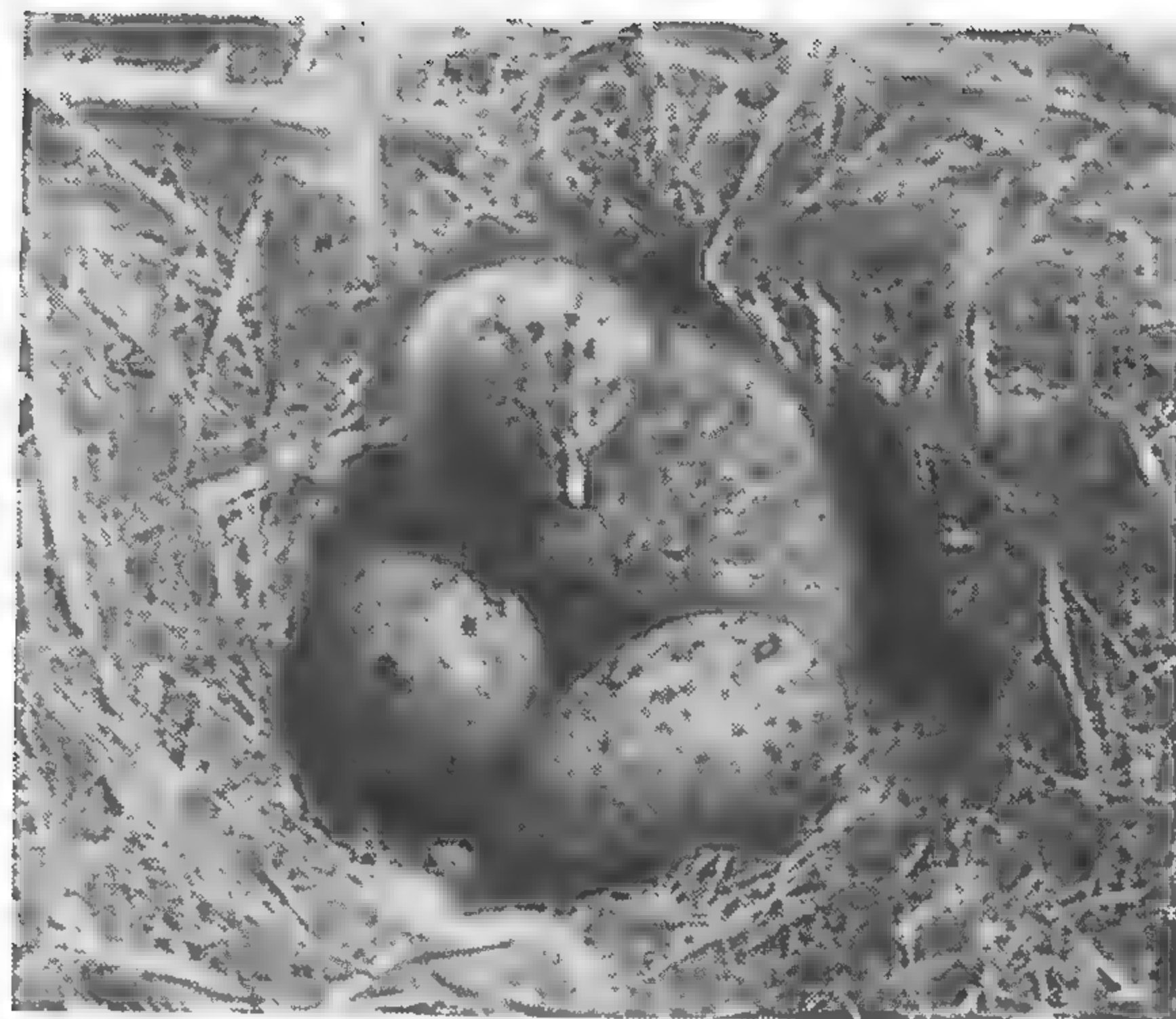
на них птиц. В одном только Чивыркуйском заливе было три острова, называвшихся Бакланьими: Бакланий остров, сохранивший свое название и сейчас, несмотря на отсутствие на нем каких бы то ни было следов гнездования бакланов, Бакланий Камень-Восточный, теперь Камешек-Безымянный, и Бакланий Камень-Западный, или Камешек-Курбулицкий. Низкий болотистый островок в озере-соре Ранготуе, соединенном проливом с Чивыркуйским заливом, называется Чаячьим островом — здесь с очень давних времен известна довольно крупная для этих мест колония чаек.

Птичьи базары еще несколько десятилетий назад существовали, по-видимому, на всех высоких островах Байкала, но особенно много птиц гнезилось на скалистых обрывах о-ва Ольхона, на о-вах Малого Моря и теплого и мелкого Чивыркуйского залива. Широкой известностью пользовался птичий базар на уединенном скалистом островке, расположенном в 2 км к югу от мыса Малого Колокольного, примерно в 160 м от берега. Этот остров представляет собой гранитную скалу, возвышающуюся (по данным

¹ Цит. по «Вестнику Р.Г.О.», ч. ХХІ, С—П, 1858.

В. В. Ламакина) на 15 м над ур. озера. Во время путешествия вокруг Байкала Радде наблюдал целые вереницы морского ворона (большого баклана), тянувшиеся к этому островку. Он нашел его сплошь усеянным плоскими гнездами, из которых торчали раскрытые клювы молодых карморанов, заботливо охранявшихся родителями.

Последним из натуралистов, видевшим на Байкале еще сравнительно много бакланов, был С. С. Туров, который в 1922 г. отмечал «громадные косяки» этих птиц в Чивыркуйском заливе. Но все это в прошлом. Уже в 1948 г. В. В. Ламакин не обнаружил гнездящихся бакланов на острове у мыса Малого Колокольного. Кстати сказать, этот небольшой островок интересен и в другом отношении — с ним связан любопытный миф о «Столбовом острове», о том, как он исчез в водах Байкала и на его месте обра-



Гнездо серебристой чайки на острове Камешек-Безымянный (1957 год)



На острове Камешек-Безымянный бакланы гнездились только до 1958 года

зовалась Посольская банка. Вполне вероятно, что бакланы гнездились кое-где и по коренным берегам Байкала, о чем говорит, например, название мыса Бакланьего, расположенного южнее Гремячинска.

Птичьи базары Байкала обычно состояли из серебристых чаек и больших бакланов. Здесь же в крутых обрывистых берегах располагались колонии обыкновенных и белопоясных стрижей, под камнями гнездились белые трясогузки, а в нишах скал — большие крохали.

Нам пришлось изучать животный мир берегов и островов Чивыркуйского залива примерно через сто лет после путешествия Г. Радде, и мы стали свидетелями того разгрома, которому подверглись здесь птичьи базары.

В Чивыркуйском заливе — семь островов, на пяти из которых когда-то размещались массовые гнездовья птиц. Однако в 1957 г. чайки и бакланы гнездились уже только на двух островах — Голом Кылыгее и Камешке-Безымянном. Но даже в то время, когда бакланы были уже почти уничтожены, остров Камешек-Безымянный представлял собой уникальное явление на северном Байкале.

Остров Камешек-Безымянный находится примерно в 5 км к северо-востоку от острова Бакланьего, ближе к восточному берегу Чивыркуйского залива. Это одиночный утес, с отвесными, сильно абразированными¹ бе-

¹ Абразия — процесс разрушения и сноса суши морским прибоем.



Сизая чайка

регами, с плоской платообразной вершиной. Высота острова не превышает 21 м, площадь плато — 0,2 га. Есть на нем и несколько очень удобных для гнездования птиц карнизов. Вершина доступна только с одной стороны, где с трудом удается подняться по крутонаклонной каменной стене. Вершина острова и его карнизы покрыты толстым слоем гуано. Толщина его местами достигает 50 см. За исключением небольших пятен зеленых мхов и нескольких кустиков полыни, растительный покров на острове отсутствует. Здесь выводится множество хирономид, которые большими роями вьются над вершиной.

Когда наша лодка приблизилась к острову на 200 м, с него слетело около пятидесяти пар серебристых чаек и несколько больших бакланов. Бакланы в отдалении от острова «чертили» широкие круги, не подлетая к нам ближе чем на 200 м. Так же осторожно вели себя чайки. По поведению птиц было заметно, что они подвергаются постоянному преследованию со стороны человека.

На острове мы обнаружили всего 9 неразрушенных гнезд бакланов, из которых только в 4 были яйца: в двух по 4, в одном — 1, и в одном — 5 яиц. Много бакланьих гнезд было полностью разрушено, кладки были неполными, яйца, по-видимому, уже были взяты рыбаками. Всего в Чивыркуйском заливе в 1957 г. оставалось 12—14

бакланов. Невольно мы вспомнили описания ранних исследователей Байкала и их рассказы о тех «тучах птиц», которые поднимались над Чивыркуйским заливом, «заслоняя солнце».

Необходимо было принять срочные меры для спасения последних уцелевших птиц. Но они не были приняты. Летом 1959 г. А. Черепанов посылал на острове и уже не нашел здесь гнездящихся бакланов, о чем он и рассказал на I Орнитологической конференции Сибири в 1960 г. Так было уничтожено последнее и единственное в северном секторе озера гнездовье бакланов.

Такая же судьба ожидает разрозненные гнездовые колонии серебристых чаек. Уже сейчас можно многие километры плыть вдоль берегов Байкала и не увидеть ни одной чайки!

Резкое снижение численности рыбоядных птиц на Байкале вызвано систематическим



Берега острова Бакланьего

разорением гнезд и преследованием птиц в районе гнездовий. На о-ве Чаячьем, например, до сих пор существует бессистемный промысел яиц. В 1957 г. на о-ве Голом Кылтее мы были свидетелями своеобразного развлечения одного туриста: забравшись на вершину острова, он расстреливал из малокалиберной винтовки птенцов чаек в гнездах. С появлением массы моторных лодок, когда даже отдаленные острова стали легкодоступными для человека, ряд птичьих базаров был окончательно уничтожен.

Остается выяснить крайне важный вопрос о значении рыбоядных птиц Байкала для рыбного промысла. Проблема охраны байкальской рыбы имеет огромное значение, так как Байкал дает большое количество таких высокоценных видов рыб, как омуль, сиг, белый хариус и др.

Наши данные, основанные на вскрытии желудков бакланов и чаек, говорят о том, что в гнездовое время основным видом корма этих птиц являются мальки частиковых рыб. Однако это еще не означает, что рыбоядные птицы на Байкале представляют опасность для рыбного населения. Дело в том, что численность этих птиц здесь никогда не сможет достигнуть большой величины. Бакланов вряд ли когда-нибудь будет больше нескольких тысяч. Чаек на базарах также немного, так как число мест, пригодных для гнездования этих птиц на Байкале, крайне ограничено. Это позволяет утверждать, что рыбоядные птицы, даже при их максимальной численности, не могут оказывать отрицательного влияния на размер популяций промысловых рыб Байкала. Рыбоядные птицы относятся к тем видам животных, численность которых легко регулировать.

С другой стороны, рыбоядные птицы, являясь серьезным фактором естественного отбора, несомненно оказывают положительное влияние на состояние популяций про-

мысловых и непромысловых рыб Байкала. Выбирая больных и ослабевших особей, они тем самым способствуют оздоровлению рыбного населения. При их достаточной численности они могут оказывать положительное влияние на эпизоотическое состояние непромысловых видов рыб, от чего может зависеть благополучие популяций рыб промысловых. Некоторые исследователи считают, что общее заражение байкальских рыб глистными заболеваниями, в частности диботрицефаллезом, вызвано резким сокращением численности рыбоядных птиц.

Необходимо восстановить на Байкале все птичьи базары, а особенно базары в Чивыркуйском заливе и у мыса Малого Колокольного. Для этого необходимо объявить эти острова заказниками по меньшей мере на десять лет.

Чивыркуйский залив, с семью его экзотическими островами, с крутыми и скалистыми бухтами, с неповторимо чудесным горным ансамблем п-ова Святого Носа — один из живописнейших уголков земного шара. В недалеком будущем здесь, несомненно, будут созданы курорты и появятся оживленные туристические базы. Бакланий камень у мыса Малого Колокольного расположен в изумительно красивом месте, недалеко от знаменитой губы Песчаной, где уже сейчас организована туристическая база. Огромное культурно-историческое значение имеет сохранение такого ценного памятника природы, как гнездовья баклана в Чивыркуйском заливе — крайнем северном пункте распространения этого вида в Восточной Сибири.

Учитывая экономическое значение рыбоядных птиц, мы не должны забывать о том, что красивое также необходимо, как и полезное!

О. К. Гусев
Москва

УДК 591.615

*Подписка на журнал «Природа»
продолжается*



ГИБЕЛЬ ГОРНОГО ОЗЕРА

СЕЛЕВОЙ ПОТОК НА ИССЫКЕ

Над столицей Казахстана Алма-Атой поднимается хребет Заилийский Ала-тау. Красивы его ущелья, по дну которых протекают реки Талгар, Малая Алматинка, Аксай, Иссык. С давних времен поклонников природы особенно привлекало горное оз. Иссык. Синее небо, ослепительно белый снег горных вершин, темно-зеленые склоны гор и изумрудная вода — все это создавало неповторимое сочетание красок. Вытекавший из озера поток ниспадал с естественной плотины каскадом водопадов. Озеро Иссык находилось на высоте 1760 м над ур. м. Оно возникло несколько тысяч

лет тому назад во время обвала, вероятно, вызванного землетрясением. Воды р. Иссык заполнили образовавшуюся чашу и создали озеро длиной 1850 м, шириною 600 м и глубиною до 55 м.

Мирная жизнь озера была прервана иссыкской катастрофой 1963 г. Что же здесь произошло?

Река Иссык, впадавшая в озеро, собирает воды с площади 182 км². Основные притоки ее питаются за счет таяния ледников. Дурной славой пользуется в течение последних лет один из них — Жарсай, левый приток Иссыка. В верховьях его еще в 1958 г.

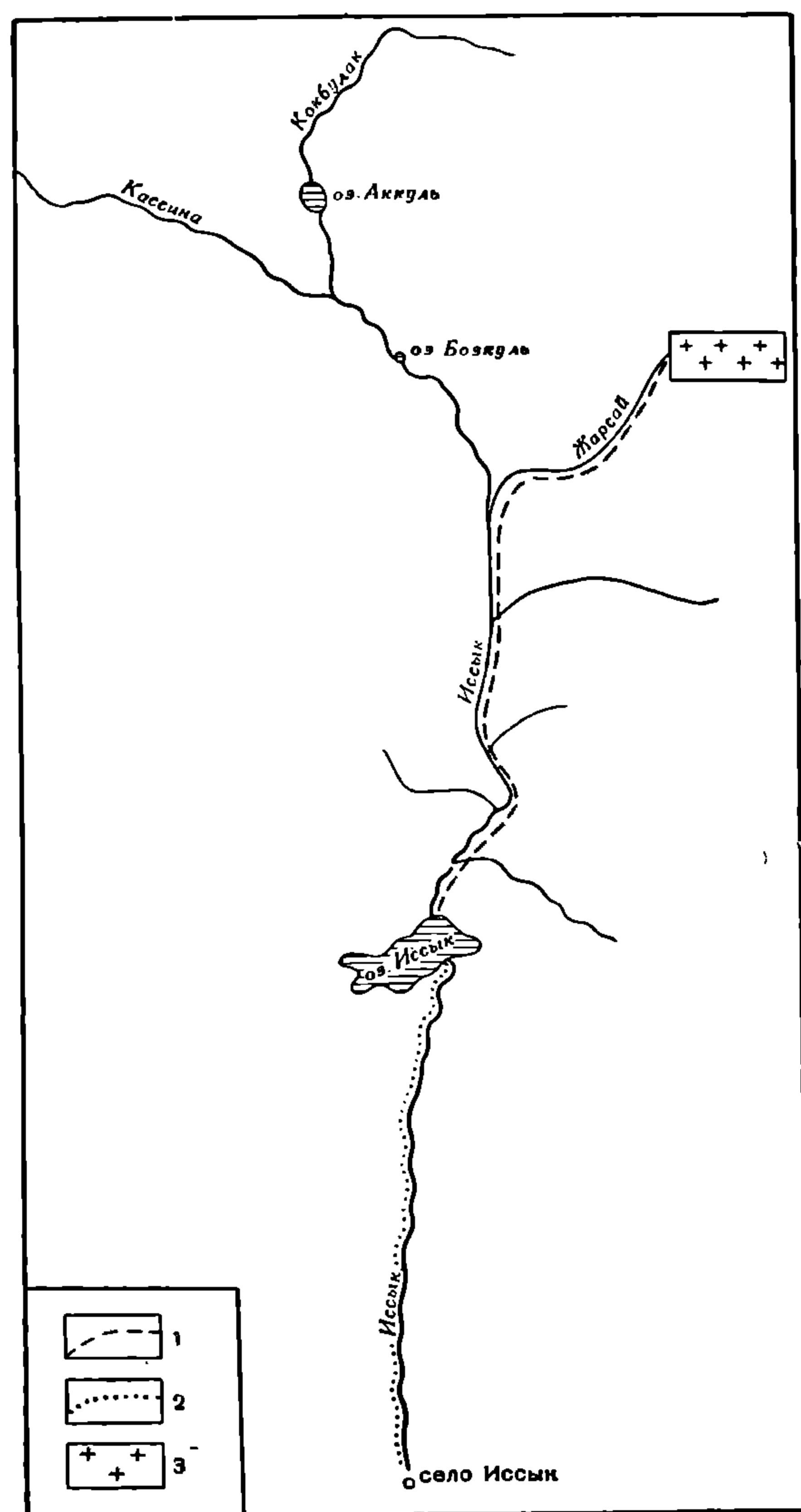


Схема верховьев реки Иссык: пути движения грязекаменного (1) и водокаменного (2) потоков; место зарождения иссыкского селя (3)

зародился селевой поток, который вынес к озеру около 2 млн. м³ рыхлого материала, значительно увеличил дельту реки и несколько сократил площадь озера.

В верховьях Жарсая находятся два ледника. Общая площадь их около 8,5 км². Концы ледников погребены под моренной толщей. Отдельные массивы льда потеряли связь с постоянно движущимися ледниками и превратились в так называемые мертвые, т. е. неподвижные льды.

Современная морена круто обрывается 100-метровым уступом к поверхности древ-

ней морены, расположенной несколько ниже по долине Жарсая. Она также образует уступ, поэтому верховье долины в продольном профиле отличается четкой ступенчатостью.

Общий объем рыхлого моренного материала в верховьях Жарсая определяется десятками миллионов кубических метров. Протаивание «мертвого» льда приводит к образованию просадок в современной морене, возникновению небольших термокарстовых озер, гротов, туннелей. Потоки талых вод, вскрыв моренный покров, врезаются в лед, образуя глубокие рытвины с отвесными ледяными стенками. Со сводов внутренних полостей погребенного льда, со стенок глубоких рытвин в летнее время постоянно рушатся вытаявшие обломки горных пород. При обрушении или проседании значительных масс моренного материала или глыб льда возможны завалы каналов стока талых вод. Прорывы их могут вызвать резкое увеличение расходов воды в отдельных потоках.

К каким же последствиям может привести внезапный прорыв воды из одного или нескольких моренных озер? Резкое увеличение водности потоков приводит к интенсивному размыву рыхлых, обогащенных суглинком, древних морен. Так происходит зарождение неливневого селевого потока. По мере движения его вниз по ущелью подрезаются рыхлые отложения, иногда целиком состоящие из крайне неустойчивых осыпей. Потеряв опору, они сползают в ущелье и увеличивают массу и энергию стремительно несущегося селевого потока. По-видимому, картина возникновения селевого потока в Жарсая именно такого характера.

Однако часто приходится слышать, что селя был вызван дождем. Нам кажется, что нет оснований для такого утверждения. По свидетельству очевидцев, в окрестности озера в этот день шел лишь непродолжительный морозящий дождь. По данным метеостанций, расположенных в 24—30 км к западу, в верховьях Малой Алматинки на высоте 1500—3000 м в этот день осадки составили 1,8—9 мм. Такое количество обычно не вызывает паводков в этой части Заилийского Алатау. Тем не менее совершенно отрицать роль осадков в образовании селя нельзя: дождь 7 июня 1963 г. лишь мог ускорить возникновение селя и усилить его.

Итак, грязекаменная масса устремилась вниз по долине, которая, кстати, отличается чрезвычайно большим уклоном (325 м на 1 км). По самым скромным подсчетам, из



Гигантский каменный конус у подножья плотины — результат переотложения материала, вынесенного из тела плотины

Фото Г. Кожушко

Жарсая было вынесено более 1 млн. m^3 грязекаменного материала. В устье Жарсая, где поток повернул влево под углом почти 90° , образовался затор. Возникшая плотина высотой около 30 м некоторое время сдерживала движение массы. Потенциальная энергия ее резко возрастала. Плотина не выдержала напора и гигантские валы грязекаменной массы высотой до 5—6 м устремились вниз по долине Иссыка, сметая все на своем пути. Скорость потока в отдельных местах, по-видимому, достигала 10 км/час и более. Двигаясь со страшным грохотом, примерно через 1—1,5 часа с момента своего зарождения поток врезался в спокойную гладь оз. Иссык, образовав гигантские фонтаны воды, наподобие тех, которые возникают при подводных взрывах. Волны высотой до 12 м пакатывались на противоположный берег, дробя и выбрасывая все, что попадалось на их пути: лодочные причалы, лодки, катера. Однако все постройки (гостиница, столовая, магазины, служебные помещения) не пострадали, так как находились в некотором отдалении от берега.

Под ударами волн к 8 час. вечера (впер-

вые валы селевого потока достигли озера в 12—12 час. 30 мин.) плотина, вздвигнутая природой, дрогнула и подалась. Ее размыв начался одновременно снизу и сверху. В прорыв устремились воды озера. Размеры прорыва и разрушительная сила потока быстро росли.

Через пять часов после начала прорыва озеро было целиком спущено. За этот короткий промежуток времени из него вытекло более 18 млн. m^3 воды. Из тела плотины было вынесено не менее 1—2 млн. m^3 каменного материала. И вся эта водокаменная масса объемом в 19—20 млн. m^3 устремилась вниз по ущелью.

Временами поток проносил за одну секунду до 1000 m^3 водокаменной массы. Выйдя из ущелья на предгорную равнину, водокаменный поток несколько утратил свою силу: масса его уменьшалась. Он начал дробиться на отдельные рукава.



Озерная чаша после исчезновения озера. В нижнем правом углу — прорыв в плотине

Фото Ж. Аханова



Водокаменный поток в поселке Иссык

Фото Э. Соколенко

Таким образом, иссыкский сель состоял из двух, отличных по характеру, потоков: первый — типичный грязекаменный поток; второй — водокаменный. Первый возник в предледниковой зоне, стремительно вошел в оз. Иссык, вызвал образование водяных валов, которые разрушили плотину. А это привело к образованию второго, теперь уже водокаменного, затем просто водного потока, который прошел от оз. Иссык более 50 км.

Селевой поток 7 июля 1963 г., пройдя по ущелью Иссык, неузнаваемо изменил его облик. В одних местах на дне ущелья образовались врезы глубиной до 30 м. В других, особенно у подножья плотины, возникли многометровые толщи новых селевых отложений. Уничтожены ельники на дне Иссыкского ущелья выше озера и заросли дикого урюка и яблонь по берегам реки ниже озера. Но самый большой ущерб нанесен самому озеру. Оно исчезло. Только в восточной части котловины сохранилось небольшое круглое озерко, диаметром около 100 м, при глубине в несколько метров.

После исчезновения озера на дне котловины были обнаружены многочисленные вы-

ходы газов. Некоторые из них образовали миниатюрные грязевые вулканчики. Разжиженный ил в их «кратере» постоянно бурлит за счет выхода крупных пузырей газа. Газ содержит метан, поэтому легко воспламеняется от поднесенной спички. Возможно, что из-за присутствия этого газа в воде в озере отсутствовала рыба и все попытки ее развести кончались безуспешно.

На дне озера оказались тонкие ленточные илы, каждая из ленточек соответствует одному году его жизни (так же, как кольца на спилах деревьев). Подсчет позволит определить возраст озера. Интересно, что на дне его часто встречаются рога маралов, которые давно уже здесь не водятся.

Естественно, что возникает вопрос о восстановлении озера. Но для этого необходимы тщательные геологические, гидрологические, гляциологические и чисто инженерные исследования, которые частично уже проводятся.

Е. М. Калмыкина,
А. П. Горбунов

Алма-Ата

УДК 551.21

ПРУДОВОЕ РЫБОВОДСТВО ЧЕХОСЛОВАКИИ

Первое упоминание о прудах на чешских землях относится к 1227 г. Вначале пруды большей частью устраивались на монастырских землях и в королевских парках, а в дальнейшем и на землях крупных чешских землевладельцев — феодалов.

На рубеже XV и XVI вв. в Чехии уже шло усиленное строительство прудов. Пруды возникали не только в низменных местах, наиболее удобных для их устройства, но и среди холмов Чешско-Моравской возвышенности и даже в горных долинах, где вместо карпа разводили форель. К этому времени в Чехии насчитывалось уже свыше 25 тыс. прудов¹.

Чешский метод рыбоводства быстро распространился в соседние страны — в Польшу, Венгрию и Германию. Прудовое хозяйство в Чехословакии ведется по определенной системе. Устраивается подряд несколько специальных прудов: нерестовый, два выростных (в первом — маль-

ковом пруду молодь содержится лишь 6 недель после пересадки из нерестового, во втором — до ноября того же года), зимовальный, нагульный и так называемый карповый, в который карп переводится по достижении двухлетнего возраста, т. е. вес-



Небольшой рыбоводный пруд в селе Храштяны, около Милевска

¹ Руководство по рыбоводству, написанное чехом Яном Дубравинусом в 1547 г., было издано на латинском языке в силезском Вроцлаве; в 1559 г. оно переиздано в Швейцарии, в Цюрихе.

ной на третий год. Здесь к концу года он достигает веса 1,5—2 кг. После облова пруда товарная рыба содержится в садках, т. е. в небольших бассейнах прямоугольной формы с непрерывным притоком чистой воды.

В карповые пруды нередко пускают щук и других хищных рыб, чтобы они уничтожали сорных мелких рыб и карповую молодь, выводящуюся в результате дикого нереста. Проводится подкармливание карпа синим и желтым люпином, дробленным зерном ржи, овса, кукурузы, бобовых и различной мучкой животного происхождения. Корм рыбам всегда задается в одних и тех же местах, рыба быстро к этому привыкает и регулярно их посещает. Кормят их по утрам 1—2 раза в неделю. Если обнаружится, что корм полностью не использован, то один срок очередной подкормки пропускается.

Пруды охраняются от холодных северных

и восточных ветров путем устройства на берегах лесных защитных полос. При этом надо учитывать, что пруды должны быть хорошо освещены. Дну придается уклон в сторону спуска. Водоспуски устраиваются в самом глубоком месте. В период летования принимаются меры к уничтожению жесткой растительности: камыша, тростника, рогоза, осоки и пр. С этой целью после снятия урожая производится выпас скота, который одновременно и очищает и удобряет почву дна. Ложе пруда обычно известкуется.

Производители карпа тщательно отбираются. Во многих хозяйствах искусственный отбор производился в течение десятилетий в определенном направлении, что дало возможность вывести высокопроизводительные породы. Вместе с карпом в прудах Чехословакии водятся и другие виды рыб. Некоторые из них питаются тем, к чему карп



Так производится удобрение пруда. Окрестности Тржабони

не проявляет интереса. Лишь в порядке исключения в прудах содержатся такие рыбы, пища которых сходна с пищей карпов. Из них прежде всего можно назвать линя, который способен добывать корм из более глубоких слоев грунта, чем карп. Водится в прудах, как было уже сказано, и щука, поскольку для взрослых карпов она не опасна.

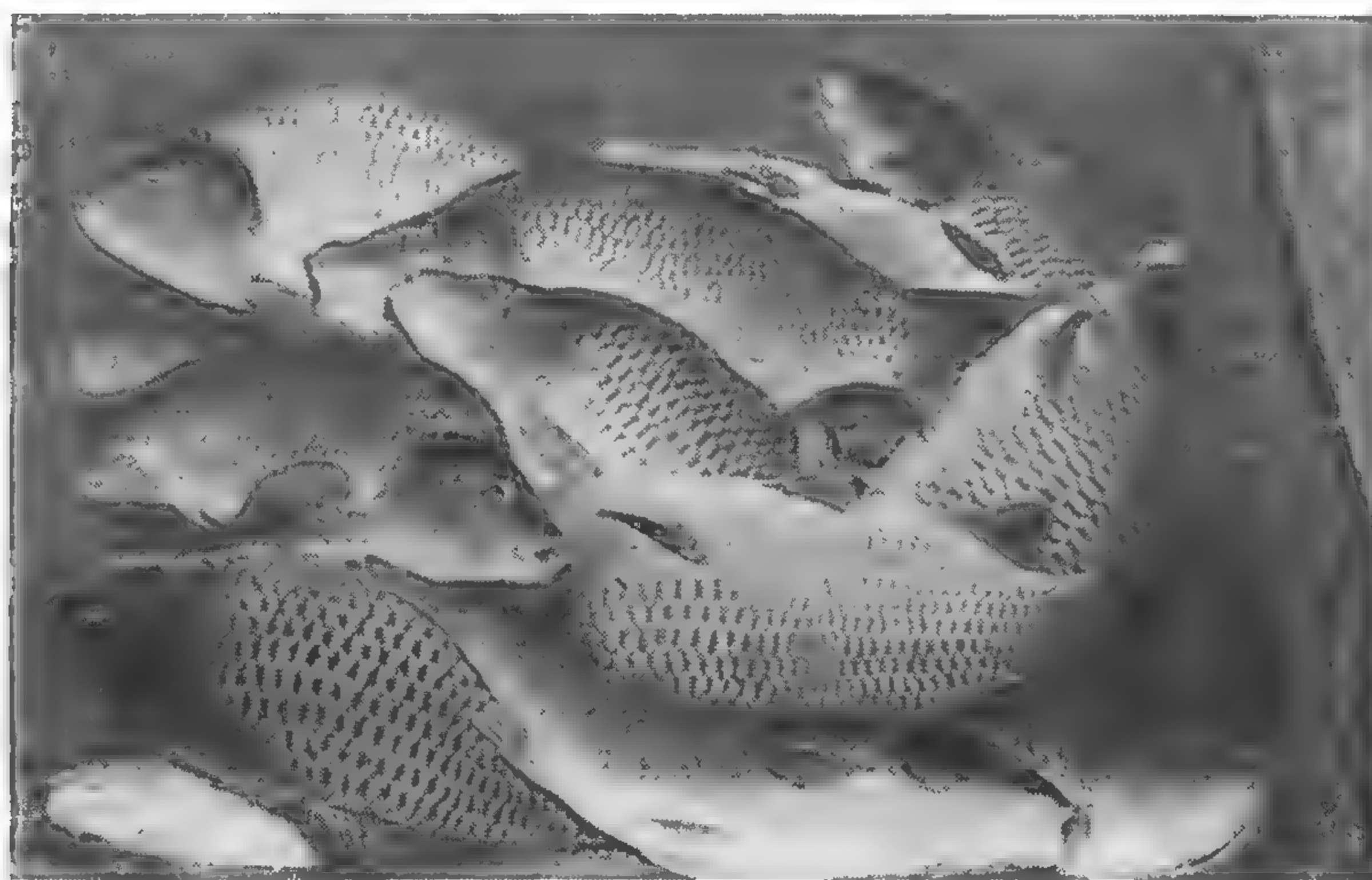
Более 95% рыбного поголовья прудов составляет карп. В будущем предполагается несколько снизить его удельный вес и увеличить число радужной форели. Испытываются также некоторые новые виды рыб, ранее в Чехословакии неизвестные, например, байкальский омуль и хариус.

В более глубоких прудах, наряду с карпом, разводится судак обыкновенный, встречаются также сом и налим. Нежелательными сожителями карпа считаются окунь, карась, лещ, язь, плотва.

В Чехии сейчас около 22 тыс. прудов общей площадью в 52 тыс. га. Прудовое хозяйство Словакии развито слабо: здесь насчитывается только восемь карповых прудовых хозяйств с общей площадью 120 га.

Общегосударственная продукция в Чехословацких прудах в 1958 г. составляла 68 тыс. ц и в последующие годы эта цифра неуклонно росла. Одно только предприятие «Государственное рыбоводство» намечает в ближайшие годы довести улов до 110 тыс. ц.

Помимо карповых прудовых хозяйств в Чехословакии получили распространение и форелевые. Выработаны приемы искусственного оплодотворения икры. Как только мальки форели начинают самостоятельно питаться, их высаживают из инкубаторов в мальковые пруды, осенью переводят в выростные, а весной следующего года в нагульные. Все эти пруды невелики. Дно у них каменистое или песчаное (в карповых прудах — илистое). Приток чистой, прохладной воды должен быть непрерывным и обильным — это неременное условие развития этих рыб. Форель в прудах обязательно подкармливается, главным образом говяжьей кровью, селезенкой, печенью, а также желтком сваренных вкрутую яиц и творо-



Вот они какие — чешские карпы!

гом. При этом условии она уже к концу второго или к началу третьего года жизни достигает товарного веса. Форелевое прудовое хозяйство привилось также и в Словакии. В настоящее время здесь устроено 30 инкубационных пунктов, где выращиваются форелевые мальки, большинство которых выпускается прямо в реки.

В первые послевоенные годы добыча рыбы составляла в среднем 35 тыс. ц в год. Такое положение не отвечало потребностям Чехословацкой Республики. Началось строительство новых прудов. Появились пруды в Моравии — в окрестностях Ярославца, Глоговца, Ледниц, Годонина и Товачова. В Чехии восстановлены некоторые старые пруды и устроены новые. В течение десяти последних лет площадь прудов выросла более чем на 10 тыс. га. Предполагается, что к 1970 г. площадь прудов во всей республике достигнет 75 тыс. га. Систематическое и планомерное развитие прудового хозяйства протекает в теснейшей связи с улучшением качества сельскохозяйственных земель. Пруды устраиваются таким образом, чтобы они могли одновременно служить мелиоративным целям (орошение и осушение заболоченных земель).

При некоторых промышленных предприятиях возникли так называемые биологические пруды. Крахмальные фабрики, молочные комбинаты и некоторые другие предприятия используют отходы своего производства для интенсивного удобрения прудов и подкорма прудовой рыбы. При правильном

ведении хозяйства биологические пруды ежегодно дают 800 кг рыбы на 1 га площади. Сочетание предприятий пищевой промышленности и рыбоводства — дело безусловно перспективное.

Расширение площади прудов — не единственный путь к увеличению вылова рыбы. Еще более эффективна интенсификация прудового хозяйства путем всестороннего использования достижений науки и техники. Помимо традиционных форм летования и посева на высушенном дне пруда вики, люпина и других бобовых культур, производят обязательное удобрение прудов. «Государственное рыбоводство» расходует на 1 га прудовой площади в среднем 5 ц извести, 1 ц минеральных и 17 ц органических удобрений. Пруды менее продуктивные удобряются еще основательнее. В результате систематического удобрения существенно увеличился прирост карпов в весе. Рыбы достигают товарного веса за три года (иногда даже за два). Карпов пересаживают на втором году жизни из выростных прудов в нагульные только на теплое время года, и уже осенью того же года вылавливают двухкилограммовых рыб. Этих результатов добиваются недорогостоящим подкармливанием — рыбам дают немного искусственной кормовой смеси, состоящей из углеводов, с помощью которой восполняется недостаток питательных веществ в естественной их пище. Таким образом ускоряется весь цикл прудового выращивания рыб. В большинстве нагульных прудов облов производится сейчас каждый год. Это дает в среднем с 1 га около 200 кг рыбы.

Все рыбы в прудах и садках подвергаются прививкам против заразных болезней. Перед тем, как переводить рыбу в нагульные пруды, каждая рыба осматривается, ей вводится надлежащая доза антибиотиков. Одновременно рыбы пропускаются через ванны со специальными растворами, убивающими паразитов. Больные или недостаточно развившиеся особи в нагульные пруды не попадают.

В Чехословакии карповые пруды служат, однако, не только для разведения рыб. На них содержится также водоплавающая птица, в первую очередь утки. Опыт показал, что разведение уток на нагульных прудах отлично дополняет карповое хозяйство. Получаются, таким образом, своеобразные карпо-утиные хозяйства. Такие хозяйства уже имеются на нескольких больших прудах. Число их предполагается увеличить. В районе Железовце ведутся опыты по разведению карпа на затопленных рисовых полях.

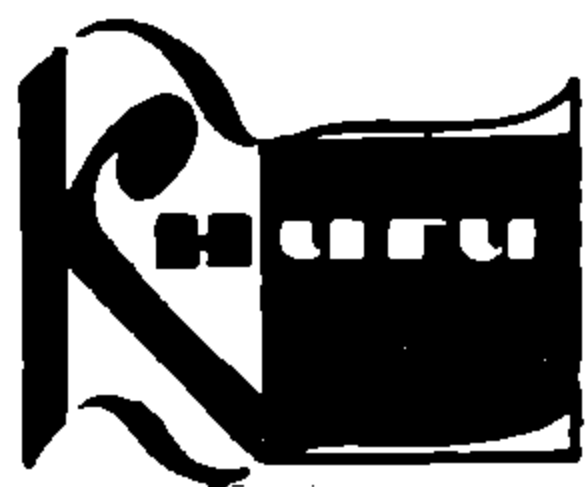
Многие виды работ рыбоводов механизированы. Плотины новых прудов возводятся бульдозерами, скреперами и другими машинами. Землесосы отсасывают ил со дна (за час 20 м³ ила). На некоторых прудах полностью механизирован облов.

Опыт ведения прудового рыбоводства в Чехословакии может быть широко использован в нашей стране, где возможности развития такого хозяйства весьма обширны.

Л. В. Арзамасцева

Институт географии АН СССР (Москва)

УДК 639.311



Ю. А. Шеманский

**СПОРТИВНОЕ РЫБОЛОВСТВО
И ПОДВОДНАЯ ОХОТА
НА ЧЕРНОМ МОРЕ**

Одесское книжное изд-во, 1963,
104 стр., ц. 15 коп.

**С УДОЧКОЙ И ПОДВОДНОЙ
МАСКОЙ ПО БЕРЕГАМ
БАЛТИКИ**

Лениздат, 1964, 117 стр., ц. 19 коп.

Давно уже высказываются мнения о том, что нашему спортивному рыболовству необходимо придать научные основы. Об этом убедительно говорят открытия последних лет, сделанные учеными — исследователями подводного мира, такие, как способность рыб воспринимать ультразвуки, воздействие на них света, поведение в стае и многое другое. Все это ждет дальнейшего подробного изучения.

Выход в свет двух этих книжек по спортивному рыболовству, принадлежащих перу капитана научно-исследовательского судна «Профессор Месяцев», Ю. А. Шеманского, бывалого рыболова и спортсмена, можно только при-

ветствовать. Они знакомят читателя с характерными особенностями спортивной ловли рыбы и охоты под водой в прибрежной полосе таких разных морей, как Балтийское и Черное. Хотя темы обеих книг сходные, но гидрологические условия, состав рыбного населения и климат столь различны, что требуют в каждом случае разного подхода. Автор приводит сведения о современных рыболовных снастях, звучащих и светящихся приманках, о специальном спортивном снаряжении.

Красной нитью через обе книги проходит одна мысль: чтобы умело воспользоваться дарами моря, надо обладать необходимыми для этого знаниями.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ СПОСОБ ДВИЖЕНИЯ У ЖИВОТНЫХ

Движение, наряду с питанием, обменом, ростом, размножением и раздражимостью, — основное свойство живого организма. Без движения нет жизни. Движение животного организма в пространстве и движение внутри организма, в его органах, тканях, в отдельных клетках, чрезвычайно многообразно. Характер этих движений тесно связан со всеми морфологическими, биологическими и физиологическими особенностями и без учета этих коррелятивных связей очень многое останется непонятным. Каждой среде обитания, каждому уровню морфологической организации, в соответствии с размерами тела и стадией онтогенеза, соответствует свой характер движения в пространстве и обуславливающий его двигательный аппарат. Во многих случаях именно характер движения оказывается в эволюционном процессе ведущим звеном. От него зависят спасение от врага, поиски пищи и особей другого пола, формы размножения и заботы о потомстве. Нет ни одного органа в теле животного, который не зависел бы в своей форме и функции от характера движения.

Для животных организмов, отчасти в соответствии с их эволюционным развитием, можно наметить семь основных способов передвижения в пространстве, резко различных по своей морфологической, механической и функциональной основе. Некоторые из них могут быть в свою очередь подразделены на несколько вторичных, однако также различных по своей основе (табл. 1).

Трудно ответить на вопрос, какая форма

Таблица 1

Различные способы передвижения животных в пространстве	
Амебоидное	
Жгутиками и ресничками	
Реактивное	
Изгибанием тела	{ Изгибание мембран. Изгибание всего тела. Изгибание краевых плавников
Гидравлическое	
При помощи конечностей	Параподии. Плавники. Ноги
Полет	{ Крылья позвоночных Крылья насекомых

движения самая примитивная и следует ли отдать в этом отношении приоритет движению амебоидному (см. рис. 1, е) или движению при помощи жгутиков (см. рис. 1, а, б и в).

Первое свойственно корневым, хотя струйчатое движение протоплазмы широко распространено у одноклеточных и в клетках многоклеточных животных, оно свойственно также и растительным клеткам. Движение при помощи жгутиков также распространено очень широко, им обладают бактериальные организмы, а также жгутиковые стадии развития многих растений (зооспоры), мужские половые клетки всех многоклеточных животных за исключением нематод и членистоногих. Так как корневые в некоторых стадиях развития движутся также при помощи жгутиков, а некоторые корневые обладают и псевдоподиями и жгутиками, можно думать, что амебоидное псевдоподиальное движение возникло у организмов, двигавшихся первоначально с помощью жгутиков.

Для мелких организмов столь же широко, как движение жгутиками, свойственно передвижение при помощи ресничек. Этим способом движения обладают инфузории

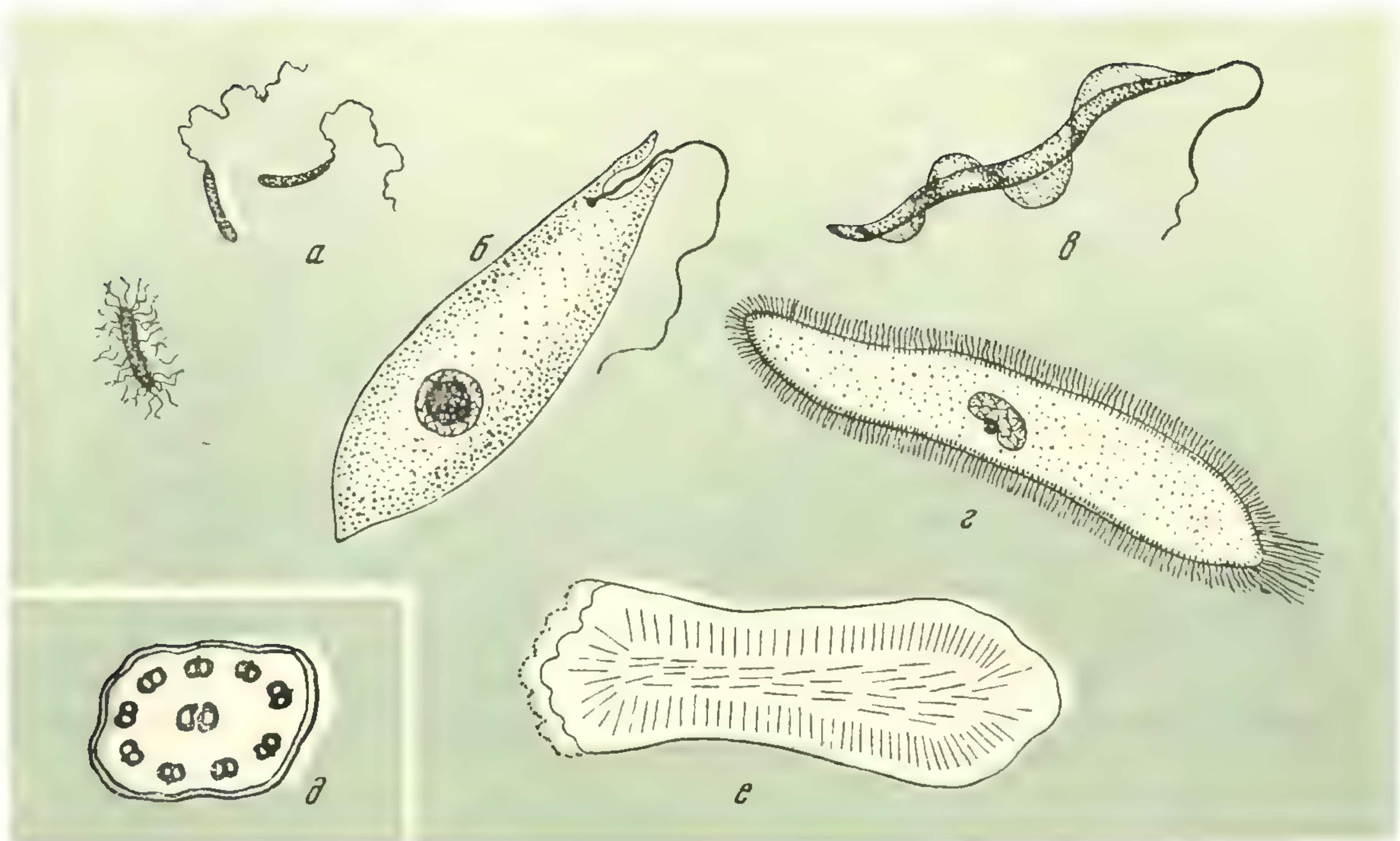


Рис. 1. Различные формы движения у простейших; а — жгутиковое движение бактерий; б — жгутиковое движение флагеллят; в — движение трипанозомы при помощи ундулирующей мембраны; г — ресничное движение инфузорий; д — поперечный разрез через жгутик или ресничку в электронном микроскопе — девять периферических сократительных фибрилл и две срединные опорные; е — амeboидное движение (по Хайами)

(см. рис. 1, г), плавающие личинки множества морских беспозвоночных, коловратки и некоторые группы низших червей. Жгутики и реснички имеют чрезвычайно сходную тончайшую структуру (рис. 1, д) и они, конечно, родственного происхождения. У микроскопических животных,двигающихся при помощи ресничек и жгутиков, как у одноклеточных, так и многоклеточных личинок различных беспозвоночных и коловраток, в движении наблюдается еще одна весьма любопытная деталь: они вращаются, как снаряд нарезного оружия, вокруг собственной оси и при этом движутся по винтовой линии (рис. 2). Кривизна винтового пути разная у разных форм и различна при движении вперед и назад. У коловраток при этом наблюдается способность переходить в прямолинейное движение, без вращения вокруг собственной оси, но с резким замедлением скорости. Какими механическими приспособлениями объясняется вращение вокруг собственной оси и движение по винтовой линии, до сих пор почти еще не выяснено.

Все три указанные способы движения свойственны только самым мелким одноклеточным и многоклеточным организмам и личинкам последних. Малые размеры организмов, пользующихся указанными способами передвижения, легко объяснимы. Передвижение при помощи ресничек и жгутиков эффективно только при определенном соотношении поверхности и объема тела. При увеличении размеров тела до 1,5—2 мм отношение поверхности тела к объему становится неблагоприятным для двигательного эффекта ресничек и жгутиков: объем тела возрастает быстрее поверхности. Весьма эффективен этот способ дви-

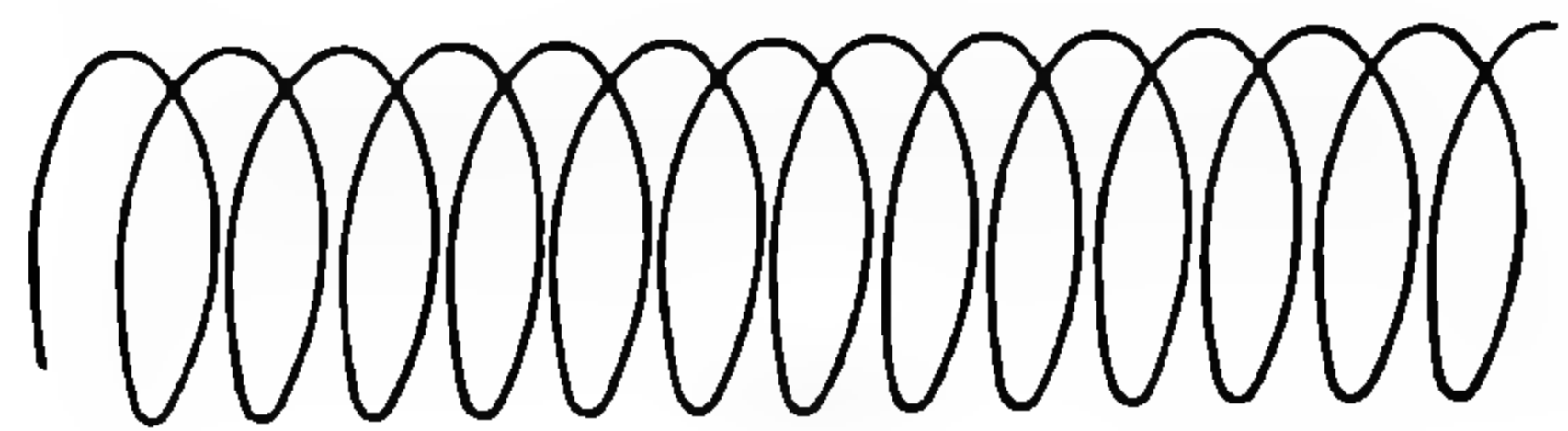


Рис. 2. Винтовой путь при ресничном движении

жения при размерах тела 50—200 μ (рис. 3).

Амебоидное движение построено по совершенно иному типу и по существу подчинено гидравлическому принципу (см. рис. 1, е). Внутренняя, более жидкая, протоплазма устремляется в определенный участок периферии и как бы «надувает» псевдоподию. Наружный, более плотный и эластичный, хорошо растяжимый слой, эктоплазма, создает поверхностное натяжение, дающее форму псевдоподиям и всему телу. Соотношение внутреннего тургора¹ и эластичности эктоплазмы создает некое подвижное равновесие и двигательный эффект, возможные, однако, только при малых

¹ Тургор — состояние напряжения тканей и органов вследствие давления содержимого клетки на эластичные оболочки, и наоборот.

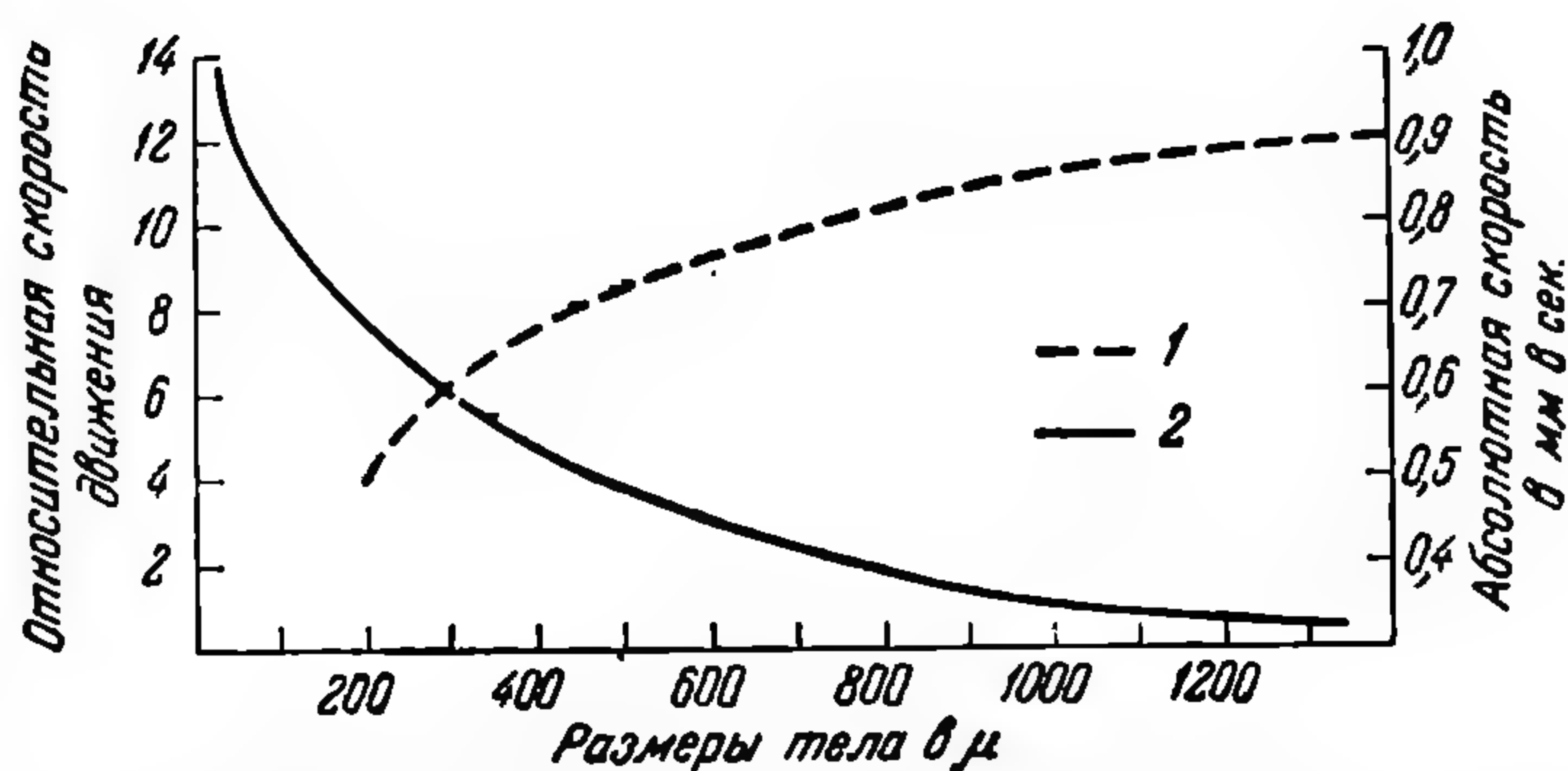


Рис. 3. Абсолютная (1) и относительная (2) скорость движения (отношение расстояния, проходимого за одну секунду, к длине тела) у равноресничных инфузорий с увеличением размеров тела

размерах тела. Если размеры тела будут превышать 0,5—1 мм, такое равновесие уже не сможет сохраниться.

При увеличении размеров тела, в силу указанных выше причин, ресничное и жгути-

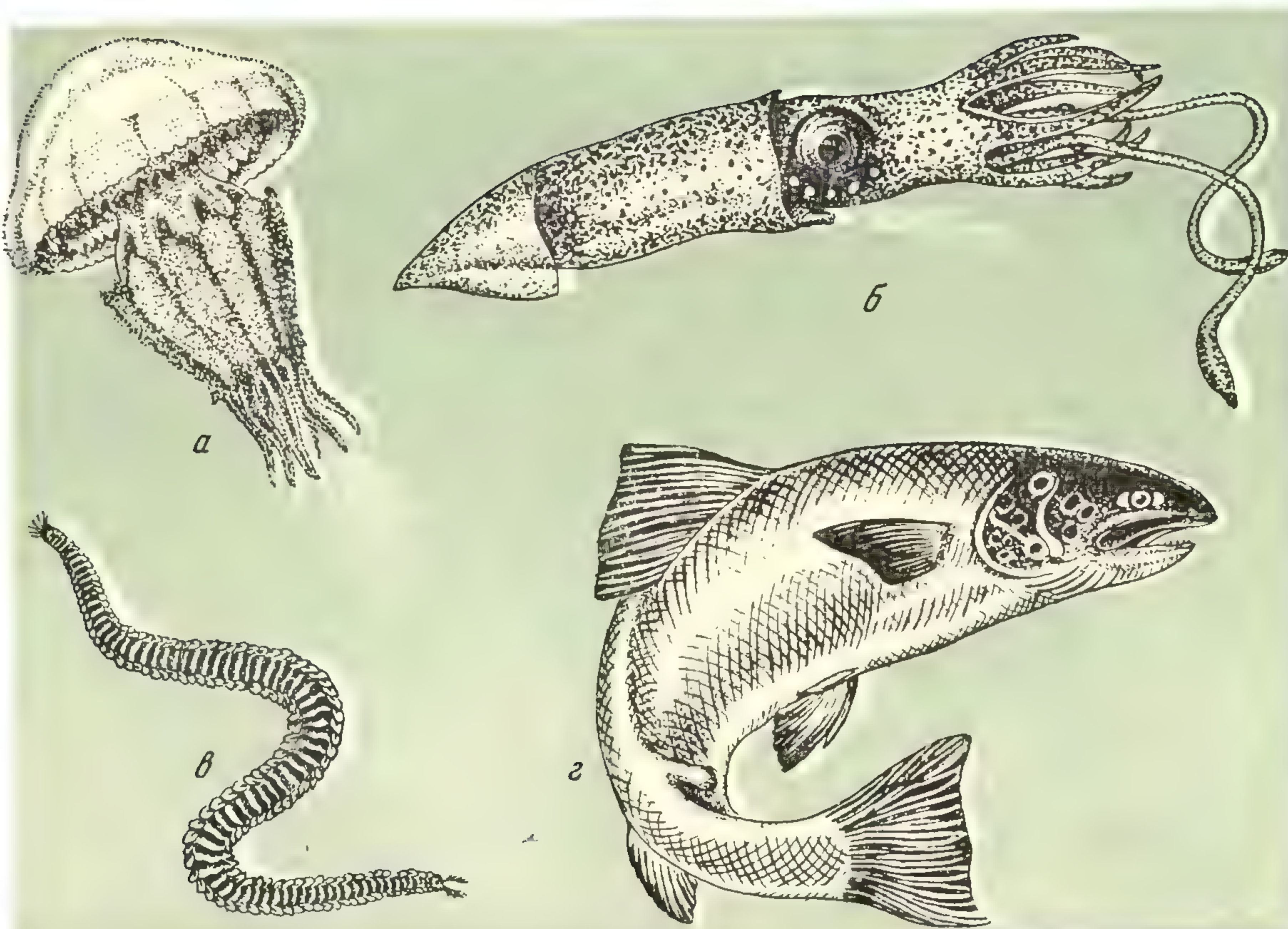


Рис. 4. Различные формы движения: а — реактивное движение медузы; б — реактивное движение кальмара; в — изгибательное движение полихеты; г — изгибательное движение рыбы

ковое движение, а также амeboидное становятся невозможными, и вступает в силу принципиально новая форма движения — изгибанием тела. Некоторый прообраз этого движения проявляется уже у простейших в волнообразных колебаниях ундулирующих мембран (см. рис. 1, в) трипанозом и некоторых инфузорий, однако значительного развития у одноклеточных оно не получает.

Для осуществления волнообразных движений тела необходима сильная продольная мускулатура, которая и получает свое развитие у червей и позвоночных, у которых составляет в среднем около половины всей массы тела, а в отдельных случаях и значительно больше (пиявки, немертны, рыбы) (см. рис. 4, в и г). В соответствии с количеством мускулатуры ее относительная сила очень велика. Двух-трехдневные пиявки силой продольной мускулатуры могут подтянуть груз, в 1000-1500 раз превышающий собственный вес, и представляют в этом отношении рекордсмены среди животных.

Движение при помощи волнообразных изгибов тела (принцип жесткой волны) захватывает огромный диапазон в эволюции животных и является основным для червей

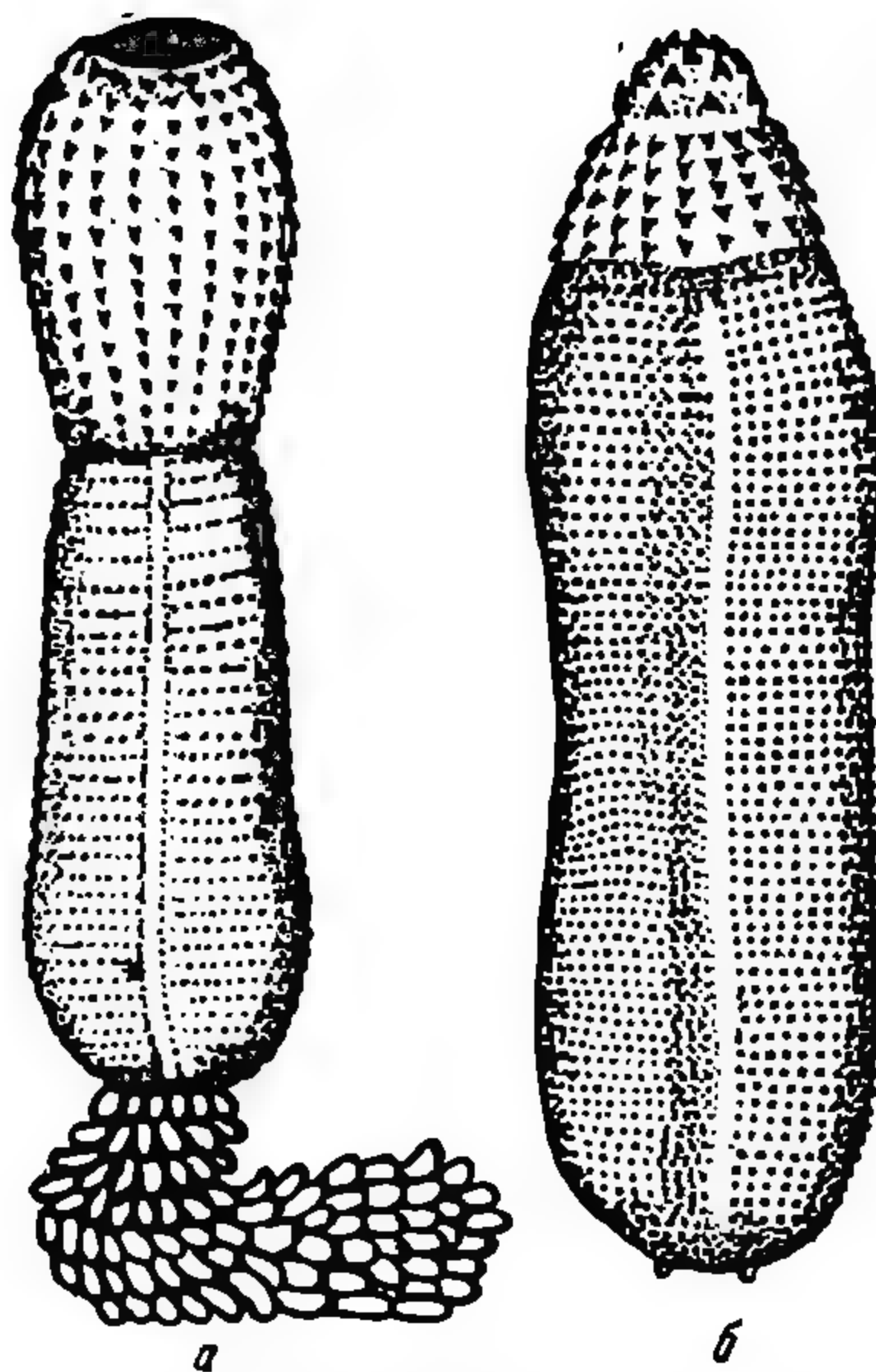


Рис. 5. *Priapulus caudatus* (а) и *Halicryptus spinulosus* (б)

и рыб, а частично выражен и у наземных животных — у многоножек, многих личинок насекомых, змей, а отчасти у ящериц и крокодилов. Для эволюционного развития животного мира в целом характерно завоевание все более и более быстрого движения: плавание → бег → полет. Но наряду с этим, в самых различных группах животных, как одноклеточных, так и многоклеточных, за исключением позвоночных (кроме черепах), наблюдается переход к малоподвижному и неподвижному существованию или же к скрытому существованию. И в том и в другом случае ведущее звено — защита от врагов. В первом случае это ведет к значительному уменьшению или полной

редукции двигательной мускулатуры и связано с выработкой массивных скелетов или химической защиты, с резким ослаблением двигательной мускулатуры, во втором — наблюдается ослабление или даже потеря скелета и плотных покровов тела и также резкое уменьшение двигательной мускулатуры. Во всех случаях, когда это возможно, количество мускулатуры уменьшается. У всех же свободно подвижных крупных форм, вплоть до позвоночных, количество мускулатуры составляет в среднем около половины массы тела.

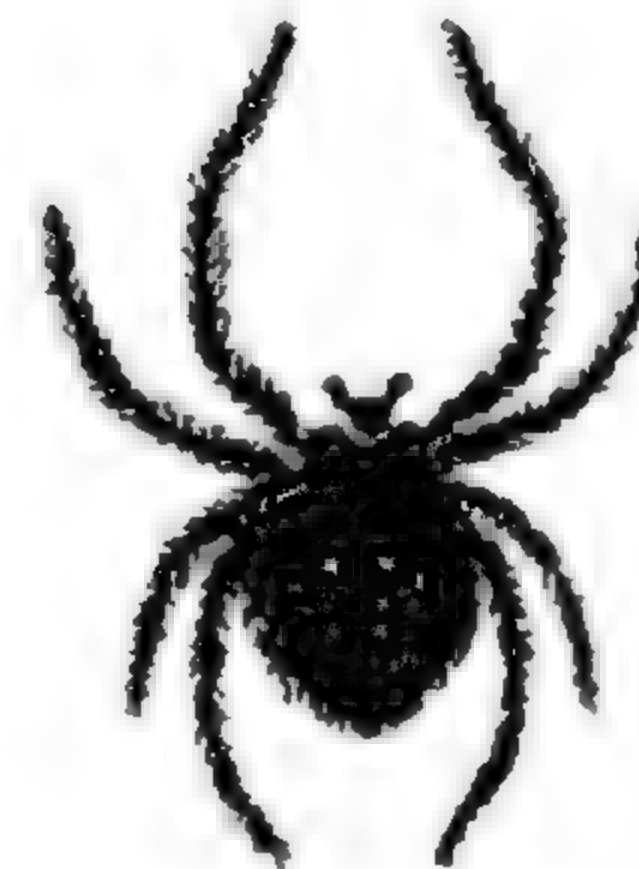


Рис. 7. Движение при помощи ног у паука

Все рассмотренные формы движения свойственны животным, населяющим водную среду, причем для организмов размерами до 1—2 мм характерно реснично-жгутиковое движение или амeboидное, а для более крупных — вплоть до рыб и морских млекопитающих движение при помощи изгибания тела. Следует отметить при этом, что водные организмы обладают всеми формами движения, кроме полета (впрочем, многие из них обладают многообразными формами приспособлений к парению, которое, очевидно, явилось исходным этапом для выра-



Рис. 6. Движение при помощи ног у млекопитающих



Рис. 8. Полет птицы

ботки полета у живущих в воздухе организмов). Принцип же машущих двигательных придатков тела используется у многих водных животных. Достаточно вспомнить хотя бы крылоногих моллюсков.

У пелагических морских организмов есть и еще один способ передвижения — реактивный, свойственный двум различным группам животных, выработавшим его независимо друг от друга, медузам и головоногим моллюскам (см. рис. 4, а и б). Впрочем этот способ движения свойственен и некоторым двустворчатым моллюскам, так называемым морским гребешкам. Наполняя водой пространство под колоколом (медузы) или мантийную полость (моллюски) и с силой выбрасывая ее, животное получает толчок в обратном направлении. Реактивный способ движения совершенно своеобразен и отличается от всех других форм движения.

Большому числу донных морских беспозвоночных свойственно скрытное существование в морских грунтах. Среди них мы находим представителей самых различных систематических групп: червей, моллюсков и иглокожих. Некоторые из этих групп представляют собой древнейшие компоненты морской фауны, при этом, вероятно, с очень длительным геологическим существованием в грунтах. В результате такого образа жизни выработались некоторые высокоспециализированные формы движения, приведшие в результате длительного приспособления к резкому изменению всей организации. Особенно глубоко и полно гидравлическое движение выработалось в группе Priapulioidea. Эта

группа червей (рис. 5) в настоящее время представлена двумя родами — *Priapulius* и *Halicryptus*, первый с четырьмя видами и одним подвидом, а второй — только с одним видом. Группа эта по своим признакам настолько обособлена от других, что ее иногда возводят в ранг самостоятельного типа и уже во всяком случае класса Priapulioidea. Несомненно очень большая древность приапuloидей, так же как и их роющего образа жизни, возможно измеряемая сотнями миллионов лет.

Тело приапюлюса приобрело овальную вальковатую форму и значительно укорочено. На переднем его конце формируется короткий мощный выворачивающийся наружу хобот, вернее, наружная вывертывающаяся часть глотки. И эта глотка и все тело покрыты рядами шипов и шпиков, направленных назад, самых сильных у переднего края вывернутой глотки и постепенно уменьшающихся к заднему концу тела. В расположении рядов шпиков и строении мускулатуры наблюдается очень четко выраженная радиальная пятилучевая симметрия. Ротовое и анальное отверстия расположены на противоположных концах тела.

Внутри червя находится обширная полость тела, наполненная жидкостью. По сравнению с другими червями, у этого — количество мускулатуры невелико, а полость тела очень велика (до 60—65% общего объема тела), что способствует проявлению гидравлического эффекта. Тело приапюлюса сзади имеет довольно большой добавочный ветвистый орган — жабру, внутренние каналы которой сообщаются с полостью тела. Значительное уменьшение мускулатуры подчеркивает эффективность гид-



Рис. 9. Полет насекомого

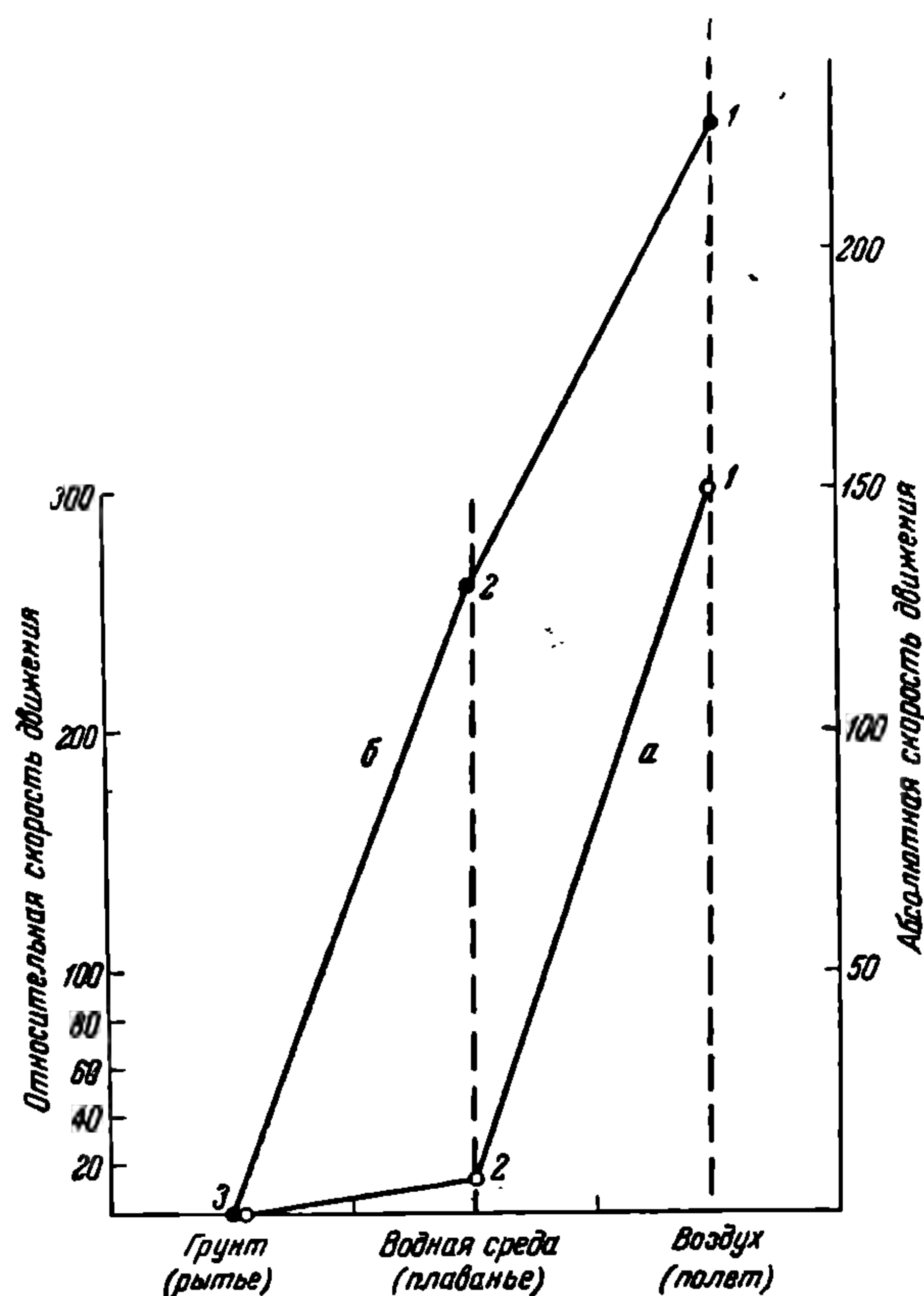


Рис. 10. Соотношение абсолютной (км/час) (а) и относительной (б) скорости движения в трех различных средах обитания. 1 — стриж, 2 — меч-рыба, 3 — приапулюс (см. табл. 2)

равлического способа движения в плотном грунте. Движение приапулид в грунте имеет прямолинейный характер, требует большой силы (сила тяги до 40 собственных весов тела), но поступательная скорость его невелика (1—4 мм в секунду).

Таблица 2

Название организма	Длина тела	Абсолютная скорость движения	Относительная скорость движения
Стриж	20 см	223 км/час	300
Меч-рыба	260 —»—	130 км/час	14
Приапулюс	4 —»—	10,8 м/час	0,15

Гидравлический эффект при движении достигается сокращением кольцевой мускулатуры в задней части тела с ослаблением ее в передней части, в результате чего достигается сильное выбрасывание хобота, раздвигающего грунт, и последующее расширение хода раздуванием хобота у приапулюса и простым подтягиванием тела у другой

приапулиды — галикриптуса. Многочисленные крючки и папиллы, покрывающие все тело заклинивают его в ходе и не допускают его отдачи назад при выбрасывании хобота. У приапулюса заклиниванию тела способствует также и расширение самого заднего отдела тела. Подтягивание тела достигается сокращением многочисленных ретракторов, прикрепляющихся передними концами к хоботу и к самой передней части тела, а задними концами к стенке тела в задней его части.

Движение приапулюса можно разделить на следующие фазы: исходное положение с втянутым хоботом и спокойное состояние, продолжительность 3—5 сек; выбрасывание хобота—0,8 сек; расширение хобота 1,0 сек; подтягивание тела и втягивание хобота — 5,6 сек.; расширение заднего конца тела 1,0 сек. Общая продолжительность всех пяти фаз около 12—15 сек., а абсолютная скорость движения составляет 1—4 мм/сек.

У галикриптуса выбрасывание хобота совершается более простым способом и только в четыре фазы: выворачивание хобота — 3 сек.; спокойное состояние тела — 8 сек.; подтягивание тела и втягивание хобота — 3 сек., спокойное состояние — 2 сек.; всего 16 секунд.

Существенной деталью двигательного аппарата приапулид являются крючки, шипики и папиллы, покрывающие поверхность тела. Их функция — не допускать обратного движения червя при выбрасывании хобота.

У приапулюса на хоботе шипики располагаются по 25 продольным рядам по 66 шипиков в ряду, а всего их — 1650. По самому переднему краю хобота располагаются еще 5 крупных шипов. Их размеры 0,6—0,8 мм, шипики же хобота имеют размеры от 0,2 мм в первом ряду до 0,1 мм и даже 0,075 мм в заднем. Число шипиков на туловище у приапулюса равно примерно 300. Они расположены по 6—8 шипиков на каждом из 40 ложных сегментов.

Несколько иначе устроено кожное вооружение у галикриптуса. На хоботе так же как у приапулюса, расположено 25 продольных рядов крючков по 12 крючков в каждом ряду. Как крючки на хоботе, так и шипики на туловище располагаются в шахматном порядке, но на туловище правильность расположения несколько нарушается. У галикриптуса число ложных сегментов достигает 100—120 и на каждом кольце количество шипиков (в передней части туловища)

равно 60—65, в средней 40—45, а в задней 16—18. Общее количество крючков на хоботе около 300, а шипиков на туловище около 4000. На конце тела расположены два длинных шипа, представляющие собой дополнительный аппарат, препятствующий обратному движению.

Гидравлический способ передвижения, как мы видели, имеет довольно ограниченное распространение, но очень широко распространено то приспособление, которое было названо гидравлическим скелетом. Гидравлический скелет представляет собой сочетание внутренних полостей, заполненных жидким содержимым и снабженных мышцами, сжимающими поверхностные образования. У простейших — это сочетание жидкой внутренней протоплазмы и поверхностного натяжения более плотной и эластичной наружной эктоплазмы. У более крупных кишечнополостных имеется одна единственная обширная пищеварительная полость, которая, при замыкании ротового отверстия и сжатии сократительных элементов стенки тела приобретает функцию гидравлического скелета. У червей и многих примающих к ним групп образуются различного типа внутренние замкнутые полости, в том числе и кровеносная система, наполненные полостной жидкостью или кровью. Если стенка их или окружающие ткани содержат сократительные элементы или мышцы, то их сокращение значительно повышает плотность жидкости, наполняющей полости, и придает частям тела или отдельным органам, в которых они помещаются, значительную твердость и скелетную функцию. К этим образованиям относятся различного типа щупальца, отделы тела или даже все тело целиком, половые придатки.

С выходом в воздушную среду передвижение тела в пространстве осуществляется

при помощи конечностей рычажного типа (рис. 6 и 7). Только у змей и отчасти многоножек и некоторых личинок насекомых передвижение совершается изгибанием тела. Конечности возникают еще в водной среде у членистоногих, но, в силу близкого к взвешенному состоянию, они не имеют того значения, как в воздушной среде, где удельный вес тела животного значительно выше и конечности служат органами опоры о плотный субстрат. В воздушной среде создаются и органы полета, наиболее совершенной формы передвижения в этой среде.

У позвоночных животных (птицы и летучие мыши) и насекомых полет совершается органами совершенно различного происхождения. У первых для полета служат либо только передние конечности, видоизмененные в крылья, либо перепонки, натянутые между пальцами передних и задних конечностей. Крылья насекомых не имеют ничего общего с конечностями и представляют собой особые хитиновые складчатые выросты спинной поверхности грудного отдела (см. рис. 8 и 9).

Каждый из рассмотренных способов передвижения и его характеристика соответствует характерным особенностям той среды, в которой он осуществляется. Движение в плотном грунте требует наибольшей затраты энергии и обладает самым медленным поступательным темпом (рис. 10 и табл. 2). Движение в водной среде требует меньшей энергии и имеет гораздо большую скорость. Движение в воздушной среде самое быстрое и требует наименьшей затраты энергии на ее преодоление.

Член-корреспондент АН СССР

Л. А. Зенкевич,

В. С. Муравейская

Москва

УДК 57; 62—50

Заметки, Наблюдения

ЖАДНАЯ КЕДРОВКА

Различные подвиды кедровки населяют таежные леса Евразии. Сибирская кедровка обитает в кедровых лесах Сибири и Дальнего Востока. Там ее любимый корм — кедровые орешки.

С общепроизводственной точки зрения представляет интерес находящееся на шее кедровки под языком мешкообразное образо-

вание. В этой «сумке» перетаскивает птица свой любимый корм в «кладовую». Первым обратил внимание на этот орган у кедровки известный натуралист П. С. Паллас. Он насчитал в такой «сумке» до 50 кедровых орешков. Орнитолог старшего поколения акад. П. П. Сушкин обнаружил 97 орешков.

Однажды в южной части Приморского края, около горы Снежной, я добыл кедровку с необычайно раздутой шеей. При осмотре ее «мешка» оказалось, что в нем было 167 кедровых орешков. Вот уж «стяжатель»!

Г. Э. Рандла

Таллин

В марте прошлого года для чтения лекций, по приглашению Национального Совета научных исследований Италии, в Рим вылетел акад. Д. Н. Щербаков. Кроме Рима, он посетил Флоренцию, предприятие Лардерелло в Тоскане и город Помпеи, около Неаполя. Некоторые геологические наблюдения, сделанные во время поездки, представляют для советского читателя интерес.

ИТАЛИЯ ГЛАЗАМИ ГЕОЛОГА

ПЕРВОЕ ЗНАКОМСТВО

Ночью, накануне нашего отъезда, в Москве бушевала запоздалая мартовская метель. Когда мы утром садились в самолет, идущий на Париж, к трапу пришлось брести по сугробам. С зимним ландшафтом мы не расставались до самого Копенгагена. И лишь на территории Бельгии в иллюминаторы глянула на нас бурая земля без малейших признаков зелени. Против ожидания, в Париже было тепло, но голые бульвары и шедшая повсюду чистка фасадов общественных зданий делали его мало приглядным. Перебравшись на аэродром в Орли, вечером мы заняли свои туристские места на новенькой Каравелле, идущей прямо на Рим. Поднялись... Альпы и Аппенины исчезли в ночной мгле...

Самолет приземлился около моря в Фьюмичини, примерно в 30 км южнее Рима. На большом аэровокзале жизнь уже замирала, но нас встретили представители Советского посольства. С ними мы отправились в город. В открытые окна машины пахло теплым влажным воздухом Кампаньи, казалось, совсем не населенной людьми. И вот мы в Риме, в этом Вечном городе, проезжаем мимо громадных развалин терм Каракаллы и величественных стен Колизея, подсвеченных разноцветными огнями, отчего они кажутся еще грандиознее.

Стремительный бег авто как-то внезапно закончился у небольшой уютной гостиницы «Люкс». Напряжение всего дня сменилось покоем, и мы заснули, не пытаясь даже рассмотреть из окна освещенные неоновым светом реклам улицы. Однако рано утром мы уже были на ближайшей привокзальной площади и наблюдали, как просыпается полный контрастов город. Перед гостини-

цей, среди современных домов высились развалины терм Диоклициана, у огромного вокзала Термини новейшей конструкции мы остановились перед остатками древнейшей оборонительной стены времен Сервия Туллия.

Стояла ранняя римская весна: небольшие дожди сменялись восхитительной погодой с голубым небом, ясным прозрачным воздухом и приятной, еще не высокой температурой. Но дело — прежде всего! И мы, отложив дальнейшее знакомство с городом, направились в университетский квартал, в здание Национального Совета научных исследований Италии. Квартал застроен новыми многоэтажными домами, среди которых здание научного центра, построенное перед последней войной, выделяется подчеркнутой прямолинейностью своих форм и чрезмерной высотой этажей. Невольно то же ощущение без надобности преувеличенных размеров и отсутствия гармонии сохраняется и при входе внутрь.

Вечером состоялось заседание Совета под председательством президента Национального Совета и председателя Президиума Совета проф. Джованни Полвани. В связи с предстоящей перестройкой структуры и деятельности Центра мой доклад на тему «Наука в СССР и ее организация» вызвал много вопросов преимущественно о формах связи науки с практикой, координации работ в самой системе научно-исследовательских институтов, системе финансирования, методах внедрения научных достижений, о премиях и охране патентов. Немалый интерес вызвали и мои доклады об успехах геологической науки в СССР, о связи геологической теории с практикой, которые состоялись позднее.

Коллеги из Римского университета показали нам учебные и научные помещения Ин-



Здание Национального совета научных исследований Италии. Рим

ститута геологии и палеонтологии, в которых главным образом и производятся исследования по литологии, палеонтологии млекопитающих, микропалеонтологии и отчасти по тектонике. Институт участвует в геологической съемке Италии и в обработке материалов съемочной партии.

Геологическая съемка позволила сотрудникам Университета установить существование больших надвигов-перекрытий (покровов), с перемещением в 30 и более км, проявившихся во вторую половину третичного периода. Они рассматриваются как гравитационные покровы, образовавшиеся под водой на морском дне в результате сползания (скольжения) неустойчивых масс осадков в сторону впадин.

Всего на геологическом факультете, возглавляемом проф. Бруно Аккорди, учится около 600 студентов, а в Институте работает около 40 специалистов. Геохимией занимаются в самостоятельном институте, занимающем-целое крыло одного из зданий Университета.

В настоящее время кафедры геологии существуют в 21 университете, а геохимия

как самостоятельная научная дисциплина преподается в 10 из них. В Римском университете, самом большом в Италии, учится 46 тыс. студентов.

После осмотра Университета А. Моретти повел меня в Геологическую службу Италии, где я был принят директором этого учреждения Е. Бенео. Основная работа Геологической службы — это геологическая съемка страны и издание геологических карт. Съемка ведется в масштабе 1 : 25 000, частично листы съемки для промышленно важных районов издаются в этом же масштабе, но большинство сводных листов выпускается в масштабе 1 : 100 000. В этой работе участвуют также и университетские ученые.

В большом сводчатом зале собрана уникальная коллекция мраморов Италии и поделочного камня из района бассейна Средиземного моря: представлены образцы пород, которыми пользовались зодчие античности.

В ГЛУБЬ ВЕКОВ

Свободного времени у нас было мало и поэтому осмотреть город удалось лишь бег-

ло. У Рима есть очарование, которое трудно определить и которое присуще только ему. «Рим, — писал еще А. И. Герцен, — это обилие изящных произведений той гениальной оконченности, той вечной красоты, перед которой человек останавливается с благоговением... тронутый, потрясенный до глубины души»¹.

К этим словам можно только присоединиться. Город поражает прежде всего богатством и разнообразием своих архитектурных памятников разных времен. Даже в пределах отдельных эпох существенно менялись типы сооружений. В особенности вызывает удивление зодчество античной эпохи, в грандиозных памятниках которой можно различить наиболее раннее этрусское влияние, затем греческие традиции и, наконец, веяние Востока.

Мне, как геологу, бросалось в глаза, что на планировке Древнего Рима, расположенного на семи холмах, на характере последующего строительства города несомненно отразились особенности геологического строения местности и состава горных пород.

Знакомство с античным Римом мы начали с Палатинского холма и Форума, лежащего между ним и соседним Капитолийским холмом.

Именно на Палатинском холме образовался первый поселок Рима. Он расширялся и распространялся на соседние холмы по мере того, как к колонистам Алба присоединялись сабиняне и этруски. Жители Палатина, Капитолия и Эсквилинского холма образовали первое ядро города, избрали в качестве базарного центра и места общественных встреч долину между холмами. Вскоре это место получило название Форум Романум, вошедшее в историю и ставшее между III и II в. до н. э. сердцем гражданской и политической жизни города.

Склоны Палатинского холма почти сплошь покрыты развалинами императорских дворцов. Лабиринт внутренних переходов и лестниц приводит на плоскую вершину с еще более величественными руинами старинных зданий и великолепным парком. В котловине, продолжающей площадь Форума, виден самый величественный памятник Древнего Рима — Колизей. К югу от него высятся не менее знаменитые древние сооружения — термы Каракаллы, которые в

Древнем Риме были не только общественными банями, но и своеобразными клубами, где происходили философские дискуссии, велись государственные беседы и т. д.

Нельзя не восхищаться и характерными для Рима великолепными фонтанами. «О царственности Рима ничего не говорит с такой силой, — писал знаток Италии П. Муратов в «Образах Италии», — как обилие его водоемов, щедрость источников и расточительность фонтанов... Они низвергаются шумящими каскадами с искусно расположенных скал, как фонтан Треви или большой фонтан Бернини на piazzа Навона. Они спокойно падают отвесными водяными плоскостями как Аква Паола на Яникуле. Одни из них высоко бросают вверх водяные столбы, которые при падении разбиваются в водяную пыль, образующую на солнце радугу. Другие бьют тонкой хрустальной струей и стекают вниз медленно, роняя блестящие капли»¹. Лучше не скажешь.

К удивительным сооружениям античного периода относятся и арочные акведуки, или водопроводы на сводчатых каменных опорах, по которым вода самотеком шла в Рим из источников или озер, отстоящих от города на многие десятки километров. Постройки арочных акведуков были осуществлены впервые во второй половине II в. до н. э. В 145 г. претор Квинт Марций Рекс ввел каменные арки в реконструированный древний акведук — Старый Анио, который до того времени целиком проходил под землей. А в следующем году он начал постройку нового акведука длиной в 91 км, названного в его честь Аква Марциа, значительная часть которого лежала на арках, сложенных из тесаного камня. Аналогичные акведуки продолжали строиться в течение столетий. Они заняли видное место в архитектуре самого города и в особенности в облике его окрестностей, где по сей день на десятки километров тянутся ажурные и вместе с тем монументальные ряды аркад.

Третья особенность Рима — его древние дороги. Местами они еще сохранились, но чаще всего о них говорят старые названия, которыми пользуются до сих пор. В IV в. до н. э. была предпринята постройка замечательного инженерного сооружения — Аппиевой дороги, названной по имени известного цензора Аппия Клавдия. Аппие-

¹ А. И. Герцен. Письма из Франции и Италии. Гос. Изд-во художеств. литературы, 1956, стр. 89.

¹ П. Муратов. Образы Италии, т. II, 1912, стр. 13—14.



Один из современных мостов через Тибр

ва дорога предназначалась для передвижения легионов и гонцов: она была первой в сети дорог, которой римляне вскоре покрыли Италию, а затем и некоторые подчиненные территории. Начальный участок дороги идет от Рима до Террачины. Полотно дороги многослойное: состоит из смеси примитивного бетона, около города дорога вымощена туфовыми квадратами, на остальном протяжении — блоками лавы. От этрусков римляне восприняли обычай ставить по обеим сторонам дорог у входа в город надгробные памятники разнообразной формы и размеров. Они и сейчас тянутся иногда вдоль дороги на многие километры, напоминая путнику о знатности и богатстве похороненных здесь граждан. Эти дороги пережили тысячелетия; и по сей день они поражают своей прочностью и красотой.

Улица Императорского Форума





Арка Тита и портик храма Сатурна на Римском Форуме

ТРАВЕРТИН И БЕТОН

Что же это за каменный строительный материал, которому во многом обязаны успехи античного и последующего градостроительства?

Раннее итальянское строительство характеризуется применением всевозможных известковых и вулканических туфов и известняков. Со временем в строительстве республиканского Рима и его окрестностей все чаще применялся травертин теплого розоватого тона, добывавшийся около Тиволи.

Травертин — это местное название известкового туфа, породы пористой, ячеистой, образовавшейся в результате осаждения углекислого кальция как из горячих, так и из холодных растворов. Образование огромных количеств травертина в окрестностях Рима связано с поствулканическими процессами, проявляющимися в выделении углекислоты, действовавшей на извест-

няки, которых так много на западных склонах Аппенин. Травертины прекрасно обрабатывались, из них легко выпиливали прямоугольные блоки, применявшиеся для так называемой квадратной кладки.

Еще большее значение приобрел позднее бетон, появившийся скорее всего в результате случайного открытия удивительного воздействия некоторых добавок на гашеную известь. Когда в нее стали прибавлять в качестве наполнителя вулканический песок, то заключенная в нем так называемая активная кремнекислота, вступая в химическую реакцию с окисью кальция, давала очень прочное, стойкое соединение. Объяснением этого явления мы обязаны выдающемуся металлургу и химику А. А. Байкову, исследовавшему в начале XX в. процессы твердения цемента.

Бетон впервые появился на рубеже III—II в. до н. э. и привел к глубоким изменениям в строительной технике античности. Гидравлические добавки в виде вулкани-

ческого песка — пудцоланы сделали римский бетон водонепроницаемым и чрезвычайно прочным. Началась разработка сводчатых конструкций. Применение нового материала — бетона — породило новые архитектурные приемы, позволило, в частности, строить знаменитые римские триумфальные арки.

ПО ТОСКАНЕ

Время пребывания в Риме истекло, и мы выехали на поезде во Флоренцию для ознакомления с Институтом геохимии и минералогии, где ученые занимаются минералогией осадочных пород, изучением кристаллических структур минералов, ведут исследования в области геохимии. Институт оборудован современными приборами, выпускаемыми различными фирмами США. В нем есть установка для синтеза минералов при высоких давлениях и t до 800° , современные центрифуги, приборы для работ в ультрафиолетовом свете, микрофотометры, спектрографы и т. д.

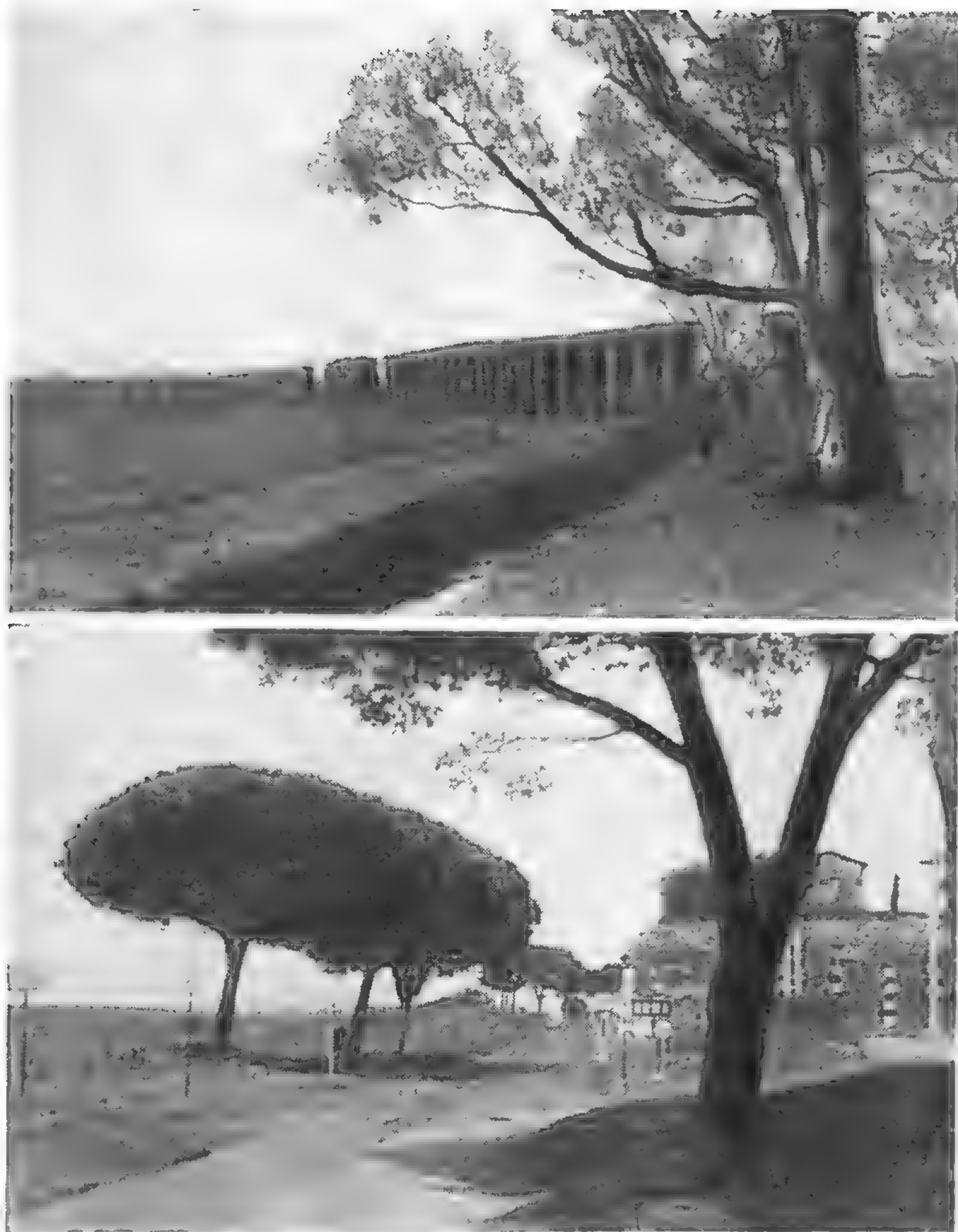
Руководитель института, внимательный и гостеприимный проф. Г. Каробби, уже по-

жилой человек, знавший лично моего учителя Ф. Ю. Левинсон-Лессинга, не стремится специально осуществлять связь с промышленностью. Он считает, что такая связь мешает научной работе. Однако молодые научные сотрудники его Института придерживаются иных взглядов и выполняют некоторые задания, имеющие промышленное значение. Так, например, проф. Ч. Гаравелли провел ряд исследований, характеризующих эманирование радиоактивных минералов, их люминесцентные свойства и написал работу на тему о применении радиоактивных методов для определения слабо радиоактивных минералов. Проф. Ф. Тонани принадлежит работа о геохимических критериях применительно к поискам урана в Альпах, а также работа о гидрохимических методах поисков урана.

В работах проф. Г. Маринелли, ставшего теперь профессором минералогии и петрографии в Университете Пизы, описана петрография третичных интрузий области Тосканы. Есть также исследования, посвященные методам поисков парогидротерм, причем с успехом применяется метод установ-



Южный фасад Колизея. На заднем плане Палатинский холм



Развалины акведука в юго-западном предместье Рима (вверху), античная дорога Аппия (внизу)

ления ртутных ореолов, с использованием опубликованной у нас методики чл.-корр. АН СССР А. А. Саукова.

В Институте успешно разрабатываются гидрогеохимические методы поисков полезных ископаемых. При помощи определения содержания в воде следов химических элементов устанавливаются места залегания полезных минералов.

Остаток дня можно было посвятить беглому осмотру Флоренции, этого замечательного центра поэзии, искусства и научной мысли Италии. И невольно вспомнились мне слова Стендаля: «Здесь жили Данте, Микельанджело, Леонардо да Винчи... Вот он, благородный город, царица средневековой Италии! В этих стенах возродилась цивилиза-

ция... Затем я увидел гробницу Макьявелли, а против Микельанджело покоится Галилей. Какие люди! И вся Тоскана могла бы присоединить к ним Данте, Бокаччо, Петрарку»¹.

На следующий день нам любезно предложили совершить поездку на автомобилях по Тоскане для осмотра установок Лардерелло, использующих природный пар, и месторождений пирита в Гаворано. В тот же день вечером нам следовало прибыть в Рим. Рано утром, под шум весеннего дождя мы выехали из Флоренции. Узкая асфальтированная дорога извивалась среди высоких холмов, то ввбираясь по их склонам, то спускаясь в узкие долины.

Географически большая часть Тосканы лежит к юго-западу от Аппенин, между реками Арно и Тибр. На юге расстилается степная Маремма, на западе — Тирренское море с обилием островов. Флоренция, Сиенна и Пиза, Лукка — главные города Тосканы. Местность здесь холмистая, кругом — рощи слив и виноградники, из-за светлой зелени которых выглядят темно-зеленые кипарисы, обычно группирующиеся либо около сельских церквушек, либо вдоль дорог, ведущих к усадьбам. На холмах

стоят виллы, а в долинах — деревенские домики крестьян и ремесленников.

Основой поселков современной Тосканы послужили поселения железного века. Начиная с VIII в. до н.э. исследователи находят в каждом из этих поселений следы этрусков. Появились ли они с востока морским путем, пришли ли через перевалы в Альпах или принадлежали к тому древнейшему местному населению, которое лишь позднее стало называться этрусками? До сих пор ученые не разобрались в этом вопросе.

Крытые и местами лесистые холмы поднимаются над верхней долиной Арно и спус-

¹ Стендаль. Рим. Неаполь и Флоренция. Собр. соч., т. 9, Библиотека «Огонька», 1959, стр. 235.

каются на юго-западе у Сиенны. С флорентийской стороны им еще присущи мягкие очертания, однако постепенно они становятся более суровыми. Сложены эти горы серым слоистым известняком и сланцами; там где известняк оголен, растут лишь редкие дубы, высокие вереск да можжевельник. Там же, где камень прикрывает хоть немного земли, крестьяне сумели закрепить обрывы подпорными стенами и культивировать на этих узких искусственных террасах оливковые деревья и виноградники, получая растительное масло и сухие вина, благодаря которым, например, местность Кьянти приобрела всемирную известность. У подножья голубоватых зубцов Апуанских гор, между густыми оливковыми насаждениями и белым песком берега с поясом из темно-зеленых пиний, простирается от Массы до Пьетросанто и Виареджио прекраснейшее побережье всей Италии.

По пути мы заехали в средневековый городок Гиминьяно, известный своими высокими башнями, и в нем менее живописный городок Вольтерра, расположенные на вершинах холмов. Затем пересекли долину р. Чечина и поднялись на склоны возвышенности, где в логу находятся силовые установки Лардерелло, работающие на природном паре.

ТЕПЛО ЗЕМЛИ

Издали казалось, что перед нами разворачивается одна из страниц Дантова ада в иллюстрациях художника Доре. Многочисленные струи пара вырывались здесь из земли на значительной площади ложины; слышались грохот, свист и шипение.

Нас встретила администрация этого государственного предприятия и геолог

Маринелли. Общее знакомство со всеми звеньями предприятия, во время которого проф. Маринелли давал объяснения, заняло несколько часов.

В этом районе, лишенном внешних проявлений вулканизма, из трещин, а теперь преимущественно из буровых скважин, поднимается горячий пар с температурой более



Общий вид Лардерелло



Средневековые башни селения Гими́ньапо

200°, при давлении от 3 до 30 атм. Он содержит углекислоту, следы сероводорода и борный ангидрид. Именно последний давал в прошлом основание думать о ювенильном, магматическом происхождении пара.

Средняя глубина скважин, дающих пар, 600 м. Продуктивность каждой из них — от 30 тыс. до 300 тыс. кг пара в час¹. Продукция пара каждой скважины остается неизменной уже в течение более 20 лет. Интересно, что по мере углубления эксплуатационных скважин, содержание борной кислоты

¹ 10 кг пара даст один используемый киловатт.



Искусственное обнажение, сделанное в слоях вулканического пепла и лапилли, засыпавших дома Помпей

падало. Поэтому на предприятии отказались от предварительного выделения солей бора и стали применять пар непосредственно для вращения турбин. Предприятие стабилизировалось и его установки в течение длительного времени имеют суммарную мощность в 320 000 квт.

Основываясь на детальном изучении геологии района и новых данных о геохимии бора, геолог Г. Маринелли считает теперь, что воды, питающие горизонт парообразования, имеют поверхностное происхождение. По его данным, геологическая эволюция Аппенин сопровождалась магматическими явлениями, связанными с конечной фазой образования гор, т. е. с их подъемом на востоке и оседанием всех западных склонов этой горной цепи. Магматические явления представлены вулканизмом, который начал проявляться в конце плиоцена, а также рядом интрузивных явлений, выразившихся во внедрении нескольких небольших куполов гранитных пород, частично обнажившихся благодаря процессам эрозии. Глубоко под Лардерелло залегает остывающий гранитный купол. Над ним расположены гипсоносные пористые пласты доломита триасового возраста. Выше по разрезу залегают водонепроницаемые мергели. Наиболее значительные месторождения боратов встречены в этих местах в осадочных формациях — отложениях морских лагун, из которых в Лардерелло и выделяется пар.

Возможно, здесь происходит выщелачивание бора паром, выносящим его на поверхность в виде борной кислоты. В подкрепление этой гипотезы можно указать, что содержание борной кислоты в паре каждого «соффьоне» (струи сжатого пара) с течением времени становится меньше, тогда как соотношение между его остальными составными частями остается постоянным. С другой стороны, известно, что содержание воды в осадочных породах зависит от степени их пористости: особенно богаты поверхностной водой пещеристые известняки.

Существование гидро-термальных полей Ларде-

релло и Монте Амиата, несомненно, связано с циркуляцией обильных поверхностных вод. Естественно, возникают и другие вопросы: какие условия необходимы и какие условия наиболее благоприятны для образования геотермических (гидротермальных) полей?

Если принять во внимание, что теплопроводность пород очень слаба, то невозможно представить себе прямую передачу тепла горячих и водонепроницаемых пород водным горизонтам. Весьма вероятна передача тепла путем конвекции. Активизация циклов конвекции требует высокой проницаемости пород для того, чтобы циркуляция и питание этих пород водой стали возможны. Горизонтальной циркуляции способствует пластообразное залегание пористых пород, а крутые тектонические трещины создают условия не только для подъема пара, но и для вертикальной циркуляции и теплообмена.

Наконец, присутствие непроницаемых покрывающих пластов, покоящихся на серии пористых пород, характерных для Лардерелло, позволяет циклам конвекции приносить на небольшие глубины воды, обладающие хорошими теплоэнергетическими свойствами. Эту гипотезу Маринелли иллюстрировал схемой.

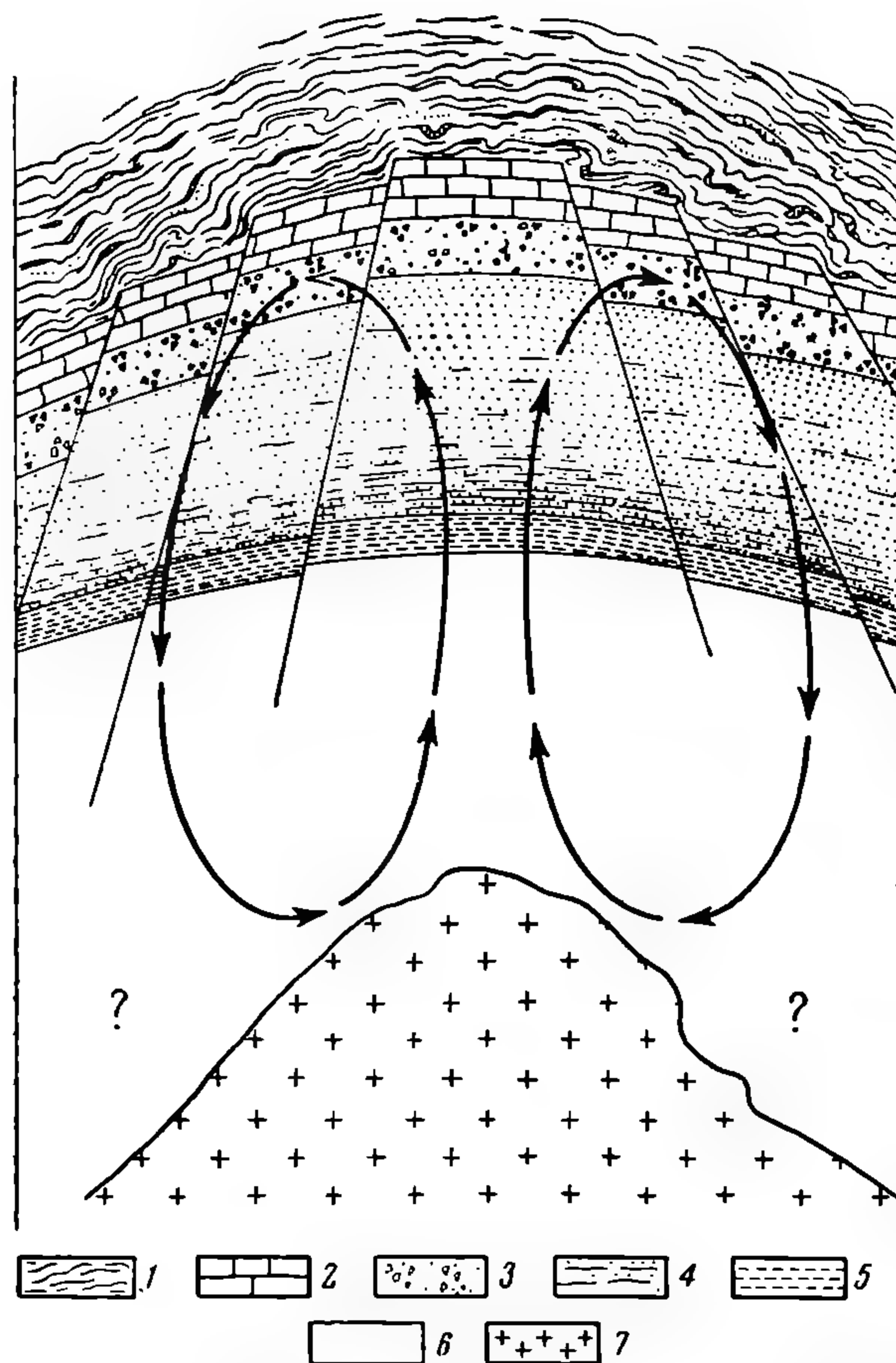
Таким образом, требуется особое сочетание ряда геологических условий, создающее возможность практического освоения природного пара: неглубоко залегающая остывающая интрузия, перекрытая пористой породой, система ступенчатых сбросов и водонепроницаемая покрывка (глинистые сланцы, глины).

В настоящее время итальянские геологи усиленно ищут аналогичные по геологическому строению новые районы. Судя по данным геологической карты, они встречаются почти в широтном направлении на протяжении нескольких сот километров. В районе Монте Амиата, южнее района Лардерелло, в результате поисков и разведочного бурения уже нащупаны новые перспективные площади. Следовательно, парогидротермы представляют собой своего рода полезные ископаемые, которые открываются и разведываются обычными приемами поисковой геологии и разведочного дела.

Покинув Лардерелло, мы продолжили наш маршрут, и вскоре, проехав через средневековый горняцкий центр Масса Маритима и Тосканские рудные горы, приехали на горное предприятие Гаверано. В этом районе, в горном кряже, лежащем вблизи моря, находится четыре пиритовых рудника. Мощ-



Амфитеатр Помпей. На заднем плане Везувий



Гипотетический разрез района Лардерелло (по Маринелли): водоупорные породы (1), мезозойские известняки (2), пористые породы триаса (3), лагуны отложения с ангидритом (4), трещиноватые кварциты (5), соленосные отложения пермского и каменноугольного возраста (6), гранит (7). Внедрение гранитного купола приостановилось на уровне соленосных отложений. Термальная аномалия создала конвекцию вод поверхностного происхождения, пропитывающих пористые пласты

ные линзы чистого пирита залегают во флангах гранитного штока, ограниченного сбросами (горст). Размеры линз местами достигают 100 м мощности, и протяженность их свыше 400 м.

ПОСЛЕДНИЙ ДЕНЬ

Лишь поздно ночью мы прибыли в Рим. Последний день пребывания в Италии мы провели в Неаполе. К сожалению, дождливая погода не позволила подняться на Везувий, весь окутанный облаками. Пришлось

ограничиться осмотром Помпеи, оставившим неизгладимое впечатление.

Город Помпеи описывали многократно. «Это самое изумительное, самое интересное, самое занятное из всего, что мне вообще довелось видеть,— писал без малого 150 лет тому назад Стендаль.—Только там и познаешь античность».

Извержение Везувия в августе 79 г. н. э. занимает одно из первых мест в числе страшных бедствий, поражавших человечество. Город Помпеи почти мгновенно исчез, погребенный под 6—7-метровым слоем принесенных из кратера ветром лапилли, пепла и шлака. Но именно поэтому так хорошо сохранился до наших дней самый замечательный и самый ценный «документ» античной эпохи. Раскопки позволили проникнуть в будни обитателей города, познакомиться с искусством строительства, скульптуры и орнаментовки, со всеми секретами античной общественной и частной жизни.

* * *

На этом закончилось столь насыщенное различными впечатлениями пребывание в Италии. Мы покинули ее в лучезарное утро, возвращаясь по тому же пути, по которому летели в Рим. Трасса полета пролегла вдоль западного побережья страны. С высоты около 6000 м были прекрасно видны острова Тирренского моря, изрезанные берега материка и цепь Аппенин, покрытая снегом. Невольно обращала на себя внимание удивительно ровная линия гребня этих гор, подчеркнутая снеговым покровом, и местами венчающая их плоская поверхность—черты, свойственные глыбовым горам, возникшим в результате вертикальных движений вдоль крупных разломов земной коры. Наблюдения сверху подтверждали, что по своему происхождению Аппенины не связаны со складчатым горным сооружением Альп. Этот горный массив отражает типичные черты строения всего Средиземноморья, для которого характерно сочетание провалов-грабенов с вздымающимися глыбами-горстами. Самолет с большой быстротой приближался к Альпам. Их громадная дуга, сплошь покрытая снегом, казалась отлитой из серебра.

Прощай, Италия, гостеприимный солнечный край!

Академик Д. И. Щербakov

УДК 910.4

ВОПЛОЩЕНИЕ МЕЧТЫ

Д. И. МЕНДЕЛЕЕВ О РАЦИОНАЛЬНОМ ВЕДЕНИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Среди большого числа работ, написанных Д. И. Менделеевым, видное место занимают труды по сельскому хозяйству. Многие его высказывания, поиски путей интенсификации сельского хозяйства, прежде всего на основе химизации и механизации, представляют интерес и в наши дни. Характерна преемственность взглядов Д. И. Менделеева, К. А. Тимирязева и Д. Н. Прянишникова, сложившаяся в условиях России второй половины XIX в. Ряд документов публикуется впервые.

«СИСТЕМА, ОСНОВАННАЯ НА ПРИМЕНЕНИИ ХИМИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ»

15 января 1867 г. А. В. Советов защищал в Петербургском университете диссертацию «для получения степени доктора сельского хозяйства». Одним из оппонентов соискателя был Д. И. Менделеев. При просмотре заметок, сделанных Менделеевым на полях книги Советова «О системах земледелия», становится ясно, что не все в ней удовлетворяло молодого доктора химии, не все поддавалось точному анализу. Заметки Д. И. Менделеева затрагивают в основном три вопроса: роль химических удобрений в земледелии; необходимость учета условий местности (почвы, климата и др.); связь сельскохозяйственного производства с социально-экономическими условиями страны.

К сожалению, официальный отзыв ученого не сохранился. Однако обстановка на диспуте впоследствии была хорошо обрисована К. А. Тимирязевым. В лекции «Наука и земледелец», прочитанной в 1905 г., он подчеркивал: «учение об искусственных минеральных удобрениях... возникло и развивалось можно сказать на глазах нашего поколения. Живо помню следующий факт, относящийся к моим студенческим годам. А. В. Советов защищал в Петербургском университете свою диссертацию... В числе оппонентов был Д. И. Менделеев, указавший на пробел в диссертации, на отсутствие

в числе систем — системы, основанной на применении химических минеральных удобрений, на что докторант самым убедительным тоном возражал: «Дмитрий Иванович! Помилуйте! Да какая же это система? Кабинетная, лабораторная!» И вот, на глазах одного поколения, эта кабинетная система стала чуть не самой выдающейся чертой, по крайней мере, в тех странах, где земледелие старается наиболее использовать свои научные основы»¹.

Нельзя сказать, чтобы в России вовсе не употребляли минеральных удобрений. Но многие вопросы агрохимии, далеко еще не решенные и в мировой науке, совсем не разрабатывались применительно к условиям России. Одним из инициаторов научного решения задач, стоявших перед сельским хозяйством, и был Д. И. Менделеев.

3 апреля 1866 г., выступая на заседании Вольного экономического общества, он предложил программу организации опытных полей. «Опыты, организованные правильно, произведенные в разных местностях с соблюдением возможного равенства условий, опыты, производство которых и самые результаты подвержены всеобщей оценке, такие опыты необходимы у нас, как для того, чтобы ближе узнать условия русского земледелия, так и для того, чтобы и з б р а т ь и з

¹ К. А. Тимирязев. Соч., т. III, Сельхозгиз, 1937, стр. 20.

научных выводов некоторые — выгодные для нашего сельского хозяйства»¹.

Цель опытов: найти необходимую глубину пахотного слоя и выявить эффект от употребления искусственных удобрений. При этом предусматривались проведение анализа почвы и метеорологические наблюдения. Наблюдателями на четырех опытных полях были: Г. Г. Густавсон — в Смоленской губернии, К. А. Тимирязев — в Симбирской, Д. И. Менделеев и Г. А. Шмидт — в Московской, А. В. Совстов — в Петербургской.

Это была первая система опытных полей в России. К. А. Тимирязев впоследствии высоко оценил значение полученных результатов, указав, в частности, на то, что при его опытах выявилось большое значение фосфорно-кислых удобрений (в форме суперфосфата). К. А. Тимирязев писал: «...нель-

¹ Д. И. Менделеев, Соч., т. 16, стр. 28.



Д. И. Менделеев с детьми Владимиром и Ольгой в селе Боблово в 1878 г.

зя сказать, чтобы в качестве первой попытки результаты были особенно бедны, тем более, что они успели возбудить несомненный интерес и в окрестном крестьянском населении. Если на первых же порах, при мало подготовленных наблюдателях, опыт давал ответы на самые коренные вопросы, то чего же можно было ожидать, если бы эти четыре поля, вместо того чтобы прекратить через три года свое существование, разрослись в систематическую сеть 400—4000 полей?»¹.

«НЕОБХОДИМОСТЬ УДОБРЕНИЯ НУЖНО СЧИТАТЬ ДЕЛОМ РЕШЕННЫМ»

Те же помыслы владеют и Д. И. Менделеевым. Весной 1867 г. он участвует как эксперт от России в работе Всемирной выставки в Париже. Записи в дневнике свидетельствуют о том, что едва ли не основное внимание он уделял знакомству со всеми сторонами земледелия. Вот некоторые из записей: «На выставке осматривал сельское хозяйство. Интересны разве плуги, да некоторые очистительные снаряды»; «осматривал... агрономические снаряды, удобрения»; «много интересного видел в английской сельхоз. выставке». Кроме того, Менделеев посетил заводы Франции и Германии, в частности завод удобрений под Брауншвейгом, а также Страсбургские разработки калийных солей.

В книге о выставке Д. И. Менделеев выделил главу «Производство искусственных удобрений». Несколько строк из нее весьма показательны: «...необходимость удобрения земли нужно считать делом решенным... Вопрос об удобрении приобретает интерес самый существенный от того, что он тесно связан с вопросом о пище, а следовательно, и о довольстве самым необходимым всех людей. Едва ли есть другой вопрос техники, который бы столь необходимо было решать в ближайшей будущности...»² (выделено мною.— А. М.) Решить эту задачу без химии, по мнению Менделеева, было невозможно. Именно в эти годы (1868—1872), годы напряженной работы над периодической системой элементов, Менделеев продолжает ранее начатые опыты по применению удобрений и печатает ряд статей!

¹ К. А. Тимирязев. Соч., т. III, стр. 373.

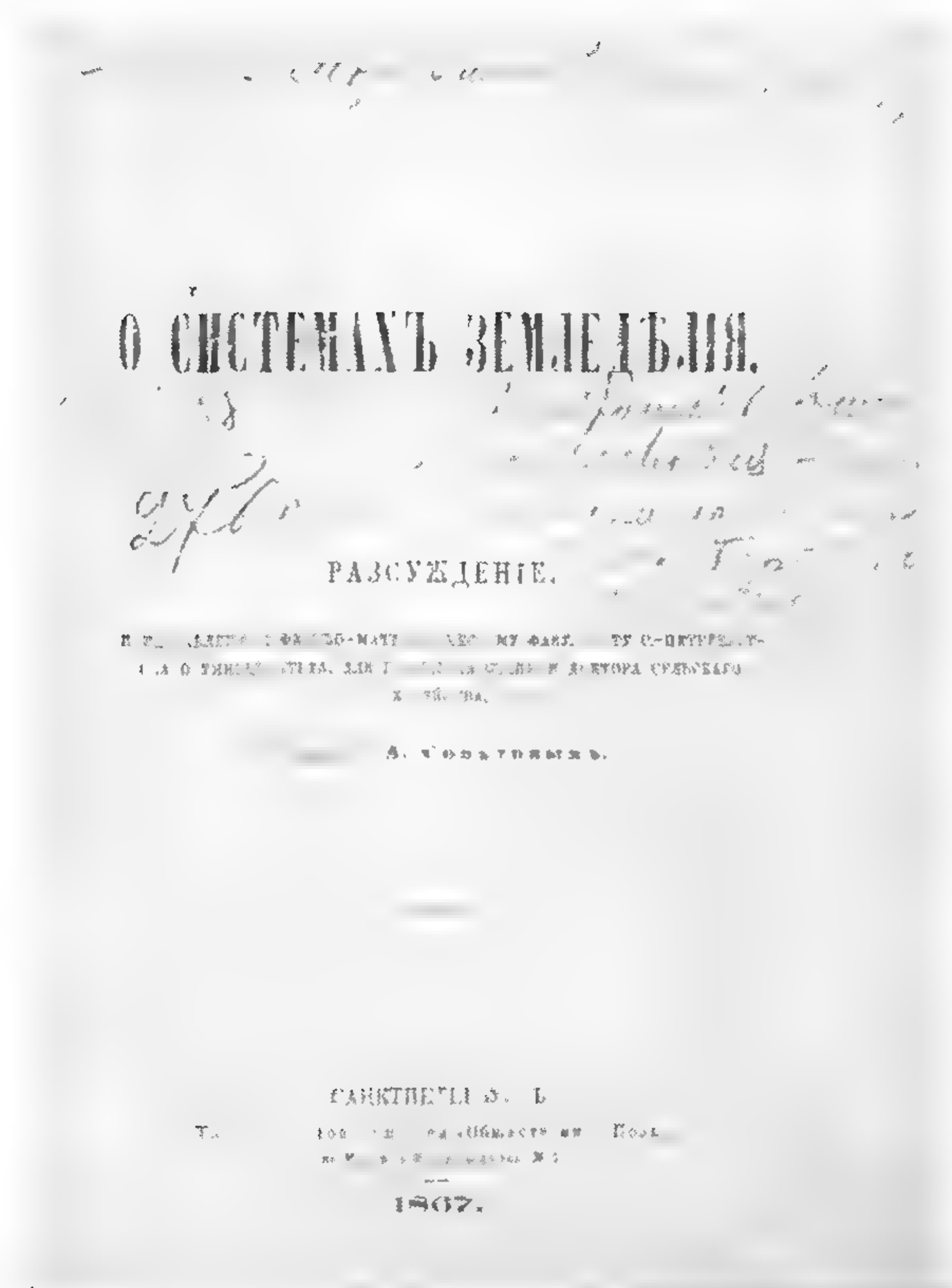
² Д. И. Менделеев. Соч., т. 18, стр. 135.

«ЭПОХА НАДОБНОСТИ В СУПЕРФОСФАТАХ ПРИДЕТ»

В 1870 г. Д. И. Менделеев получил приглашение выступить на съезде Московского общества сельских хозяев с докладом «Об удобрениях и химических станциях». В своем ответе он писал: «Объем, а отчасти и свойства самих вопросов делают для меня часть задачи совершенно невыполнимой. Так, на вопрос Дерптского университета «о необходимости устройства химических станций по образцу германских» я ничего не могу сказать, потому что считаю такие учреждения могущими оказать прямую пользу только при такой совокупности условий, какую предположить не имею вероятия... Что же касается до вопросов об употреблении для удобрения извести, азотистых веществ, фосфорных и калиевых солей, то они мне более других знакомы и я с охотой взял бы на себя... При этом, считаю долгом предварительно высказаться, что в своем докладе я предполагаю, становясь на чисто практическое поле, устранить всякое теоретически-сомнительное рассуждение и преимущественно обратить внимание на экономическое значение указанных удобрений относительно навоза. Я убежден в пользе указанных удобрений, но отрицаю их выгодность как общей меры, считая притом, что в исключительно благоприятных условиях и они могут быть выгодны, подобно тому как может быть в иных местах выгодно кормить коров овсянкою или класть жмыхи в землю, а не в ясли»¹.

Судя по этому письму, можно подумать, что Д. И. Менделеев либо изменил свой взгляд на роль минеральных удобрений в повышении урожайности, либо, по крайней мере, остался не удовлетворенным первыми результатами их применения. Такая точка зрения проскальзывает и в одном из выступлений К. А. Тимирязева: «Достоинство изумления, что это начинание нашего знаменитого ученого не нашло поддержки и подражания, да и сам он, к сожалению, перешел к другим экономическим задачам, по своему значению и направлению едва ли одинаково важным для нашей страны» (К. А. Тимирязев имел в виду участие Менделеева в развитии промышленности в России).

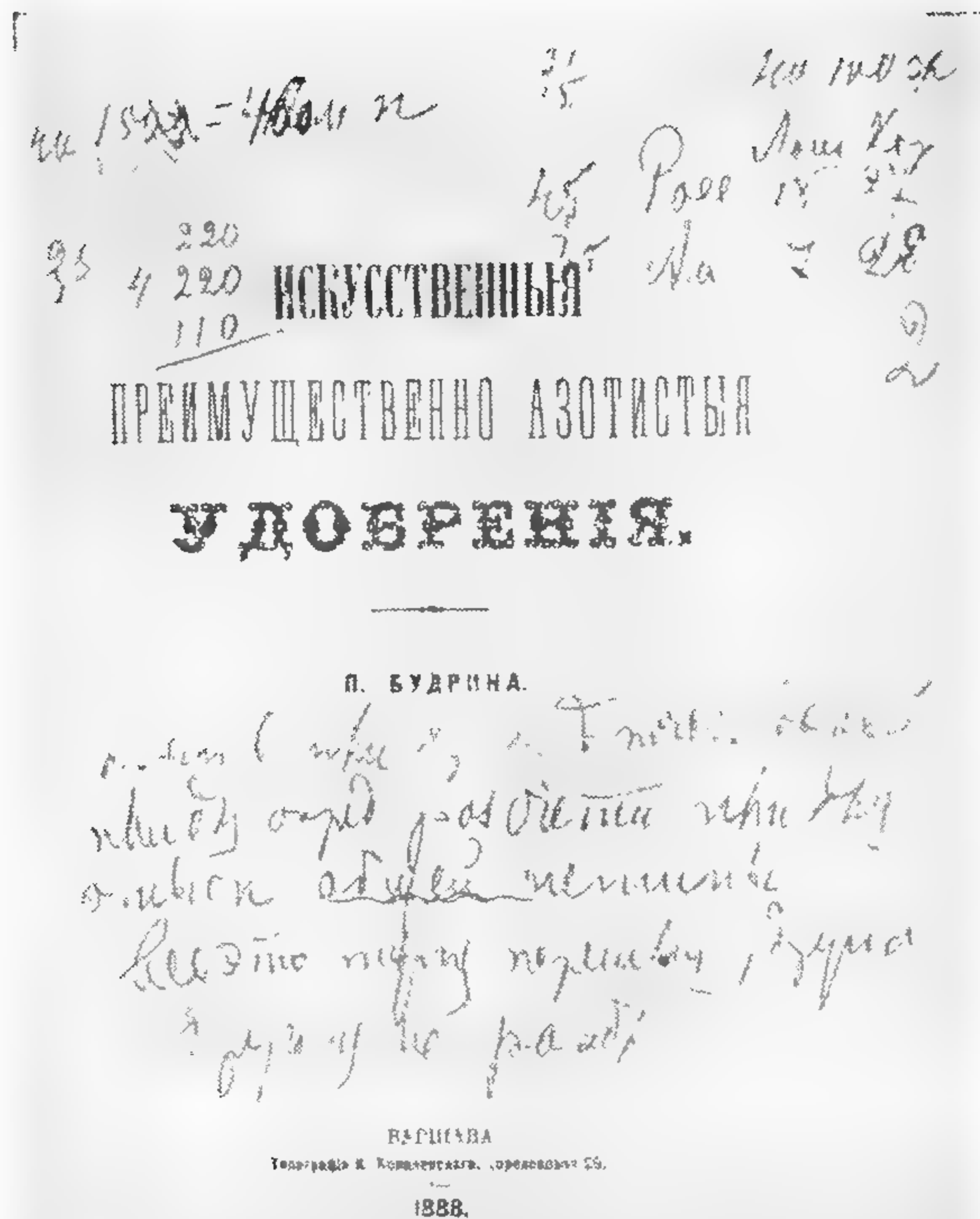
¹ Научный архив Д. И. Менделеева при ЛГУ, 4—А—15—2—9.



Титульный лист докторской диссертации А. В. Суворова с пометами Д. И. Менделеева

В связи с этим Д. И. Менделеев писал: «Меня стала интересовать научная сторона сельского хозяйства и я сам купил Бобловское имение и стал вести хозяйство возможно рациональнее... Эта статья («Об организации сельскохозяйственных опытов...»—А. М.) есть начало моих научных работ по сельскому хозяйству. Они важны для меня потому, что оправдывают все мое дальнейшее отношение к промышленности» (выделено мною.—А. М.).

Таким образом, «отход» Менделеева ясен: без развитой промышленности не может быть экономически выгодного сельского хозяйства. О том, что на первый план Д. И. Менделеев ставит экономический эффект, видно из его выступления на Всероссийском торгово-промышленном съезде в 1896 г. по вопросу о суперфосфатах: «Не как химик, а как сельский хозяин, я могу сказать по этому предмету следующее: в 60-х годах, при средней цене хлеба в 1 руб. за пуд, было рационально употреблять искусственные туки и их можно было употреблять с большой



Титульный лист диссертации П. В. Будрина с пометами Д. И. Менделеева

выгодой, но когда цена хлеба упала до 40—30 коп., — я того убеждения, что настоящее время совсем не эпоха искусственных удобрений: ни у хозяев нет необходимых для этого капиталов, ни произведенные на удобрения затраты не могут окупаться быстро... Тем не менее эпоха надобности в суперфосфатах придет»...¹. И далее ученый объясняет, что одним из условий дешевизны суперфосфата является развитие химической промышленности, в частности, производство дешевой серной кислоты.

«НЕОБХОДИМО МИНИСТЕРСТВО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ТОРГОВЛИ. МИНИСТРОМ, РАЗУМЕЕТСЯ, МЕНДЕЛЕЕВА»

Другое условие подъема сельского хозяйства Д. И. Менделеев видел в его механизации. Однако механизация могла быть достигнута только при высоком уровне науки, техники, промышленности. Между тем не все современники разделяли это мнение.

¹ Д. И. Менделеев. Соч., т. XVI, стр. 215.

Так, А. Н. Энгельгардт в «Письмах из деревни» писал: «...у нас, вообще, слишком много значения придают усовершенствованным машинам и орудиям, тогда как машины самое последнее дело...». Д. И. Менделеев не мог согласиться с подобным утверждением и, подчеркнув последние слова, написал: «вздор».

Исключительное значение ученый придавал развитию научных основ сельского хозяйства. Он отстаивал существование самостоятельных кафедр сельского хозяйства в университетах. Еще в 1862 г. при обсуждении нового устава университетов Менделеев высказался против организации специализированной кафедры агрономической химии взамен существующей кафедры сельского хозяйства. В записке, поданной им совместно с А. В. Советовым и А. П. Пузыревским, отмечается, что подобная замена равносильна замене целого его частью. «По нашему мнению, — говорится в записке, — Российским университетам надобно не отменить преподавание агрохимии, а освежить эту кафедру, вывести ее из рецептурного направления и расширить ее круг...». Позже, в 1884 г., возвращаясь к тому же вопросу, Менделеев писал: «Польза же от прикладных предметов только тогда и может быть достигнута, когда изучающий охватывает весь предмет»¹.

Авторитет Д. И. Менделеева признавали его современники, о чем красноречиво свидетельствует нисымо А. Н. Энгельгардта В. В. Докучаеву: «За границей агрономия научная процветает именно при университетах. Необходимо министерство земледелия и торговли. Министром, разумеется, Менделеева».

Однако именно в эти годы правительство закрывает по политическим мотивам крупнейшее специальное учебное заведение — Петровскую сельскохозяйственную академию.

К сожалению, не было единогласия и среди сторонников Д. И. Менделеева. А. Н. Энгельгардт, как мы уже отмечали, недооценивал механизацию. В. В. Докучаев стал преувеличивать значение почвенных и бактериологических исследований, чем вызвал критику со стороны Д. И. Менделеева и в особенности К. А. Тимирязева. Не это ли вспоминал в 1921 г. Д. Н. Прянишников,

¹ Научный архив Д. И. Менделеева при ЛГУ, 1—А—56—1—18.

когда в докладе на сельскохозяйственной секции Госплана говорил, что вопрос о потребности в минеральных удобрениях в прошлом нередко решался категорически в двух прямо противоположных смыслах: одни находили, что мы еще не доросли до использования удобрений, другие же договаривались до необходимости применять принудительные меры по отношению к крестьянству. «На деле же применение минеральных удобрений, как и всякая хозяйственная мера, зависит больше всего от экономических соотношений, и с переменой этих соотношений решение вопроса для той же самой страны, при том же уровне техники, может стать совершенно иным».

Как в условиях самодержавия решался вопрос использования минеральных удобрений, показывает пример первого в России суперфосфатного завода. Еще в 1896 г. Д. И. Менделеев подчеркивал, что земли Прибалтики истощены и нуждаются в удобрении, что применение фосфоритов становится рентабельным. Но, как видно из письма управляющего суперфосфатным заводом в Риге Гефлингера (26 ноября 1897 г.), производство отечественного суперфосфата было связано с многочисленными трудностями. Видимо, Д. И. Менделеев помог преодолеть некоторые бюрократические барьеры, так как Гефлингер пишет: «Возвратившись из Ст-Петербурга, считаю долгом еще раз

сердечно Вас благодарить за Вашу сильную поддержку».

Все эти годы Д. И. Менделеев постоянно содействовал развитию научных основ земледелия. В 1886 г. он вместе с А. В. Советовым выступает в поддержку исследований П. В. Будрина, который заведовал кафедрой земледелия института в Новой Александрии. Несмотря на ряд недостатков работы Будрина «Искусственные, преимущественно азотистые удобрения», Менделеев и Советов отмечали ее актуальность. Характерно замечание Д. И. Менделеева в записке «О нуждах русского сельского хозяйства», направленной в 1902 г. министру финансов С. Ю. Витте. Ученый писал, что когда дело идет о нуждах нашего сельскохозяйственного населения, надо видеть не только интересы помещиков, но главным образом крестьянства («я, признаюсь, больше понимаю массу крестьянства»).

Ясно, что в условиях царской России это заявление не могло встретить понимания в кругах правительства. Только в наши дни оказалось возможным направить развитие сельского хозяйства по тому руслу, о котором мечтали Д. И. Менделеев, К. А. Тимирязев и Д. Н. Прянишников.

А. А. Макареня

Музей-архив Д. И. Менделеева при Ленинградском государственном университете им. А. А. Жданова



Г. Тазиев

ВУЛКАНЫ

ИЛ, 1963, 118 стр., ц. 47 коп.

Певец вулканов Гарун Тазиев свою новую книгу посвящает «вулканам и людям, которые штурмуют эти «очаги дьявола». На земном шаре — тысячи разбросанных огнедышащих гор. Одни из них появились на свет очень давно и погружены в «вулканический сон», другие — только что возникли и успели причинить неисчислимые бедствия. В книге автор подводит итоги великих дерзаний ученых

разных эпох и разных стран, начиная от первого исследователя «подземного огня» — Эмпедокла, пытавшегося разгадать тайны и постичь причины извержений.

В отдельных главах рассказывается о вулканологии как науке, различных типах вулканической деятельности, форме вулканов, об изучении явлений вулканизма новейшими методами, о творческом содружестве геологов и физиков различных стран, совместно изучающих очаги подземного огня, об истории создания вулканологических обсерваторий.

Читатель узнает о дерзостном эксперименте советских

ученых В. Ф. Попкова и И. З. Иванова, совершивших дрейф по раскаленной магме. Подробно описано наиболее сильное извержение XX в. — вулкана Безымянного (1956 г.), считавшегося потухшим, о рождении вулкана Капелиньюш на Азорских островах, героическом штурме японского вулкана Сёва, полном опасностей спуске к огненному озеру вулкана Нирагонго.

Великолепный рассказчик, страстный исследователь Гарун Тазиев в этой «саге о вулканах» щедро дарит свои познания людям. Более 60 блестящих иллюстраций сопровождают эту увлекательную книгу.

ИСКУССТВЕННЫЙ ВОЗБУДИТЕЛЬ СЕРЕБРИСТЫХ ОБЛАКОВ

Количества вещества, выброшенного большими ракетами, достаточно (по сравнению с главными составными частями разреженной средней атмосферы), чтобы влиять на атмосферные процессы, в частности на образование облаков. Так, ученые Аризонского университета считают, что ракеты Тихоокеанского ракетного полигона оставляют в стратосфере трассы, которые можно заметить по образованию вдоль них серебристых облаков. Обычные серебристые облака наблюдаются на высотах порядка 80 км в холодных верхних слоях атмосферы незадолго после захода и перед восходом Солнца и состоят из ледяных кристаллов или пыли (последнее более вероятно). Наблюдения за атмосферной пылью от вулкана Агунг, Бали и серебристыми облаками в ноябре 1963 г. показали, что данные серебристые облака находились значительно ниже, чем обычные, но много выше, чем вулканическая пыль. Направление движения облаков свидетельствовало, что возникли они в зоне ракетного полигона.

«New Scientist», 1964, № 378, p. 428
(Англия)

ОПЫТЫ С САНТИМЕТРОВЫМИ РАДИОВОЛНАМИ

Взаимодействие радиоволн с веществом — одна из актуальных проблем в физике. Интересно выяснить, как проходят электромагнитные волны сантиметрового диапазона через дерево, траву, резину, электролиты. «Прозрачность» перечисленных материалов определялась для волн длиной 3,2 см. Погрешность относительных измерений не превышала $\pm 0,8$ дб, а абсолютных ± 2 дб. Измерения проводились в открытом пространстве. Объекты располагались непосредственно перед рупором, перекрывая его.

В результате оказалось, что волны по-разному проходят через дерево (применялась относитель-

ОТКРЫТИЕ НОВЫХ ПЛАНЕТАРНЫХ ТУМАННОСТЕЙ

В 1934 г. вышел каталог, созданный проф. Б. А. Воронцовым-Вельяминовым и содержащий 131 планетарную туманность, а в последнем издании этого каталога (1962) насчитывается уже более 580 объектов. Теперь число обнаруженных планетарных туманностей, опять увеличилось и в этом заслуга чехословацких астрономов. Доктор физико-математических наук Л. Перек, заведующий отделом звездной астрономии Астрономического института Чехословацкой академии наук в Праге, получив, находясь в Мексике и США, несколько сот фотографических и спектральных пластинок областей близ центра Галактики. Д-р Перек использовал камеры Шмидта на обсерватории Маунт-Паломар (Калифорния) и Тонанцинтла (Мексика) и телескопы обсерватории Маунт-Вильсон. Изучая снимки, он нашел 37 новых очень слабых планетарных туманностей. Эти туманности отличаются тем, что они излучают преимущественно в свете яркой линии водорода (H_α) и имеют незначительный сплошной спектр. Сотрудник д-ра Перека, кандидат физико-математических наук Л. Когоутек, в течение двух лет детально исследовал карты Паломарского атласа неба (предельная звездная величина Атласа 21^m) с целью найти новые туманности. Ему удалось открыть 27 до сих пор неизвестных туманностей, очень удаленных от Солнца.

Чехословацкие астрономы обнаружили почти 10% всех открытых планетарных туманностей. Сотрудники звездного отдела Астрономического института ЧСАН готовят к печати первый выпуск Общего каталога, содержащего все данные о планетарных туманностях.

И. И. Грызгар
Ондржейов, Чехословакия

СТРУКТУРА ПРОТОНА— ЖЕЛЕОБРАЗНА

Протоны и нейтроны имеют не твердую сердцевину² (кern, ядро), как полагали до сих пор ученые, а желеобразную.

Протоны и нейтроны, составляющие частицы ядер атомов, которыми фактически объясняется все, касающееся веса материи во Вселенной, имеют желеобразное строение, заявил д-р Ричард Уилсон на заседании Американского Физического Общества в Нью-Йорке. Эксперименты с Гарвардским М. И. Т. Кембриджским электронным ускорителем не обнаружили «никакого признака» твердого ядра внутри ядерных частиц, которое, как считали ученые, существует.

Во время эксперимента электроны, обладающие высокой энергией, двигались по направлению к водородной мишени; затем измерялось, насколько электроны были отклонены от своего курса электрическим зарядом водородных частиц. Такого же рода эксперимент был произведен с дейтерием (тяжелым водородом). Эти опыты показали, что протон и нейтрон имеют размазанную структуру в отличие от электрона, ко-

торый ведет себя подобно точечному заряду на самых малых, однако измеряемых расстояниях.

По мнению Уилсона, различие между структурой протона или нейтрона и электрона, возможно, обязано тому факту, что первые ядерные частицы сильно взаимодействуют друг с другом и с другими частицами. Электроны же взаимодействуют слабо.

Открытие желеобразной структуры протона может означать конец продолжительным поискам структур меньшего и меньшего размера, полагает Р. Уилсон.

Д-р Рой Вайнштейн из Северо-Восточного университета (Бостон) заявил, что он использовал энергичный электронный пучок того же ускорителя, чтобы получить μ -мезоны и определить их подструктуру. μ -мезон очень похож на электрон, за исключением того, что его вес примерно в 200 раз больше. Электрон и μ -мезон можно отнести к числу наиболее простых из так называемых элементарных частиц.

Отсутствие подструктуры было обнаружено на расстояниях порядка 10^{-14} см или немного больше. На этих расстояниях μ -мезон еще ведет себя подобно математической точке. Траектории μ -мезона были подробно исследованы и результаты сравнивались с теорией. Оказалось, что квантовая электродинамика еще применима для таких малых расстояний.

«Science News Letters», v. 85, 1964, № 1, p. 69 (США)

ЧЕХОСЛОВАЦКИЕ ПУТЕШЕСТВЕННИКИ ЗНАКОМЯТСЯ С СССР

Знаменитые чехословацкие путешественники Иржи Ганзелка (слева) и Мирослав Зикмунд (справа), совершив поездку по многим странам мира, сейчас знакомятся с нашей необъятной Родиной. Они путешествуют по советскому Приморью. Дальнейший их путь лежит по Якутии, республикам Средней Азии и центральным областям СССР.

И. Ганзелка и М. Зикмунд побывали уже в 76 странах, описав их природу, нравы и обычаи народов в 7 увлекательных книгах, которые изданы на 11 языках.



но сухая деревянная доска толщиной 2,5 см) в зависимости от ориентации поля вдоль волокна или поперек. «Прозрачность» в первом случае оказалась гораздо выше. Такие же результаты получены и с только что скошенной травой. Через сухую траву сигнал проходит гораздо лучше. Хвоя кедровника почти не пропускает волны. Серая резина, из которой изготавливаются детские игрушки, практически «прозрачна». Зато через резину от болотных (охотничьих) сапог волны плохо проходят. Кирпич почти не служит препятствием для этих частот. Из электролитов мы брали поваренную соль, причем прохождение волн было отмечено только через сильно разбавленный раствор.

Наблюдалась явная деполяризация при отражении волн от деревянных щитов, кроме того, она оказалась больше, чем при отражении от металлической поверхности.

Описанные результаты мы считаем предварительными и ведем подготовку к выполнению специальных исследований.

А. В. Булгадов,

Е. М. Хомяк

Бурятский комплексный научно-исследовательский институт Сибирского отделения АН СССР (Улан-Удэ)

ОБ ИСТИННОМ УРОВНЕ ОКЕАНА

Обычно отсчет высот ведется «от уровня моря», который принимается одинаковым для всех открытых морей и океанов. Однако теоретические соображения заставляют думать, что различные факторы, в частности неодинаковая температура воды и различная ее соленость, должны обусловить довольно значительные неравенства уровней Мирового океана в различных его точках.

Определения истинного уровня океана достаточно сложны и трудоемки; они требуют многолетних наблюдений. Тем не менее прямыми измерениями в настоящее время уже выявлены неравенства уровней Атлантического океана у Сант-Августина (Флорида) и у побережья Бостона

(севернее Нью-Йорка), причем на юге уровень океана оказался на 30 см ниже, чем на севере.

В открытых водах Атлантического океана обнаружена разница в уровнях, достигающая 1,5—1,6 м. Уровень Атлантического океана у входа в Панамский канал на 50 см ниже, чем у тихоокеанского конца канала.

Поскольку точные данные об абсолютных уровнях (или, как говорят геофизики, о физическом уровне моря) для Индийского и Тихого океанов еще не получены, нет возможности полнее сопоставить уровни различных океанов.

«Kosmos», 1964, № 1, стр. 17—20 (ФРГ)

ЧЕЛОВЕК ИЗ ТАНГАНЬИКИ

В марте 1964 г. английский антрополог Льюис Лики провел в Вашингтоне пресс-конференцию, на которой рассказал об итогах своих многолетних раскопок в ущелье Олдовай в Танганьике.

Еще в 1959 г. там были обнаружены остатки очень древнего человекообразного существа, возраст которого был определен по углеродному методу примерно в 1 млн. 750 тыс. лет. Это существо, названное зинджантропом¹, могло, по-видимому, изготавливать грубые орудия, но, как выяснилось, дальнейшее его развитие должно было привести к появлению все больших отличий от *Homo sapiens*. Таким образом, зинджантроп не может считаться предком современного человека.

Тем больший интерес вызвали новые находки Лики остатков высших форм обезьяноподобных приматов. Речь идет, в частности, о нижней челюсти, о частях черепа и кисти руки подростка лет 12, левой стопы взрослой особи; наконец, Лики сообщил и об извлеченных лишь в 1963 г. фрагментах теменных костей и челюсти, а также нескольких зубах, принадлежащих существу, отличному от зинджантропа. Этот вид человекоподобного существа Лики теперь предложил назвать *Homo habilis* (латинское прилагатель-

¹ См. «Природа», 1963, № 4, стр. 81—84.

ВКЛАД В РАЗВИТИЕ НАУЧНОЙ ВИРУСОЛОГИИ

70-ЛЕТИЕ ПРОФЕССОРА Л. А. ЗИЛЬБЕРА

Научный путь Льва Александровича Зильбера, действительного члена Академии медицинских наук СССР, лауреата Государственной премии, служит ярким примером тесного единства различных ветвей нашей науки — микробиологии, иммунологии, вирусологии и онкологии. Свою научно-организаторскую деятельность Л. А. Зильбер начал в самые первые годы Советской власти, и почти полвека весь его талант и неиссякаемая энергия были целиком и безраздельно отданы советской науке и здравоохранению.

Громадное значение для теории и практики советского здравоохранения имели работы Л. А. Зильбера и его сотрудников, проведенные в 1937 г. по изучению дальневосточного энцефалита. Этими работами была установлена вирусная природа неизвестного ранее заболевания, выделен вирус-возбудитель, выяснена эпидемиология заболевания и разработаны меры профилактики.

В 1945 г. была опубликована работа Л. А. Зильбера, в которой он обосновал теорию механизма действия опухолевых вирусов на клетку. Эта теория, позже получившая название вирусно-генетической, подтверждена к настоящему времени весьма многочисленными экспериментами как в СССР, так и за рубежом.

Важным достижением Л. А. Зильбера в области изучения этиологии рака было обнаружение фильтрующегося агента на ранних стадиях возникновения опухолей, вызванных химическим канцерогенным веществом, изучение природы маскировки опухолевых вирусов и др. В недавнее время им и сотрудниками показано, что опухолевые вирусы могут преодолевать не только видовые барьеры, но поражать и различные классы животных. Огромный интерес представляют исследования вирусной этиологии бокового амиотрофического склероза человека.

Наряду с изучением вирусологии рака, Лев Александрович организовал широкое изучение иммунологии этого заболевания, — области, в которой он по праву считается пионером. За 15 лет работы в этом направлении Л. А. Зильбер и его ученики показали, что в опухолях человека и животных содержатся специфические антигенные вещества, отсутствующие в тканях здорового организма и способные иммунизировать организм к возникшей в нем опухоли.

В Институте эпидемиологии и микробиологии им. Н. Ф. Гамалеи Л. А. Зильбером создан и возглавляется с 1944 г. отдел иммунологии и онкологии, один из ведущих в СССР. Здесь постоянно совершенствуются и проводят научные работы советские и иностранные специалисты.

Международное признание научных заслуг советского ученого выразилось в избрании Л. А. Зильбера членом Ассоциации онкологов Бельгии, французской и американской ассоциации по изучению рака, Английского Королевского медицинского общества и почетным членом Нью-Йоркской Академии наук.

В. М. Бергольц
Доктор медицинских наук
Москва

НОВЫЙ ИНГИБИТОР В ВИНОДЕЛИИ

Виноделы очень требовательны ко всем вносимым в вина посторонним веществам, и понятно почему: вино обычно реагирует на присутствие таких веществ снижением качества. Однако производство некоторых сортов вин не может обойтись без так называемых стабилизаторов и ингибиторов — веществ, замедляющих спиртовое брожение. Применение их особенно необходимо для полусладких вин, отличающихся крайней нестойкостью и способных к повторному брожению уже в бутылках.

Полусладкие вина получаются, как известно, в результате прерванного брожения: они содержат остаточный сахар и мало спирта. Для стабилизации таких вин применяются сорбиновая кислота и горчица. Особенно принята сернистая кислота. Но все эти средства не всегда надежны, а в повышенных дозах они ухудшают вкус и вредны для организма.

Недавно был предложен совершенно оригинальный ингибитор спиртового брожения для вин с остаточным сахаром — диэтиловый эфир пирогликолевой кислоты (диэтилпируконат) $C_2H_5O \cdot CO \cdot O \cdot CO \cdot OC_2H_5$.

Он представляет собой бесцветную прозрачную жидкость с плодовым запахом, быстро гидролизующуюся, растворимую в спирте и других органических растворителях. Впервые в СССР это соединение было получено автором еще в 1938 г., но в то время оно вызвало только теоретический интерес. Его замечательные свойства как ингибитора спиртового брожения были «открыты» лишь в последние годы.

Новый ингибитор проявляет высокие фунгицидные свойства. В концентрации 100—200 мг/л он почти мгновенно убивает в винах чистые культуры дрожжей. Эффективен он также против слизистых дрожжей, молочнокислых и уксуснокислых бактерий, а в повышенных концентрациях и против плесеней.

Тормозящее действие диэтилпируконата связано с блокированием ферментных систем спиртового брожения. При этом часть ингибитора затрачивается на блокирование активных групп дрожжевых ферментов с образованием углекислоты и спирта, а его избыток, не участвующий в реакции с ферментами, также гидролитически полностью распадается в вине на CO_2 и спирт. Установлено, что уже за два первых часа своего действия диэтилпируконат гидролизует на 50%, а за 12 час. — полностью на спирт и углекислоту. Следовательно, внесенный в вино ингибитор довольно быстро и без остатка как бы самоуничтожается, а продукты его распада — спирт и CO_2 — не только безвредны, но и вполне естественны для вина.

Опыты, проведенные Г. И. Калугиной в Молдавском научно-исследовательском институте садоводства, виноградарства и виноделия, показали, что при добавке диэтилпируконата в концентрации 100 и 250 мг/л полусладкие вина хранятся в термостате при 22° С в течение полугода без изменения, в то время как контрольные вина начинают бродить уже через 10 дней после розлива. Количество сахара

ное *habilis* может иметь значение «управляющий», «владеющий», «способный»).

По мнению Лики, *Homo habilis* обитал в ущелье Олдовай около 2 млн. лет тому назад. Если до сих пор древнейшим предком человека считался питекантроп (Ява), возраст которого определялся примерно в 600 тыс. лет, то теперь, подчеркнул Лики, история возникновения человека должна быть отодвинута в гораздо более давнее прошлое.

Судя по найденным окаменелым костям, *Homo habilis* имели рост 120—140 см. Лики считает, что эти древнейшие люди не только держались вертикально и применяли камни и другие предметы в качестве орудий труда, но и пользовались звуковой речью.

Не исключено, по мнению Лики, что существовала прямая эволюционная линия от *Homo habilis* через так называемого штенгеймского древнейшего человека и неандертальцев до кромайонцев и современных людей.

«L'Unita» от 5 апреля 1964 г.

ТЕНЬ ЭЛЬБРУСА ... НА ВЕЧЕРНЕМ НЕБЕ

В октябре прошлого года в Нальчике мне довелось наблюдать весьма своеобразное атмосферное явление. После прошедших дождей установилась ясная и холодная погода, горы покрылись снегом, небо было исключительно чисто, воздух — прозрачен. В этих условиях хорошо видна обычная картина наступления ночи: поднимающаяся с востока лиловая тень Земли была четко ограничена белесой полосой от голубого вечернего неба. Однако в один из вечеров можно было заметить, что обычно ровная тень Земли в одном месте образует конический зубец, как бы прорывающий белесую границу. Высота зубца составляла примерно полтора градуса небесного меридиана. По мере наступления сумерек он постепенно смещался вправо и укорачивался, пока полностью не исчез.

Вызвать это явление мог лишь

гигантский конус Эльбруса, который находился в стороне, прямо противоположной зубцу земной тени, примерно в 100 км к западо-юго-западу от Нальчика. Тень высочайшей горы Кавказа нарушила привычную правильность сегмента земной тени.

Профессор Ю. А. Жданов
Ростовский государственный университет

Редакция обратилась к проф. А. Д. Заморскому с просьбой прокомментировать это сообщение.

Тень гор на небе, вызывающая разрыв розового пояса (противозари), неоднократно описывалась в иностранной литературе. В нашей стране описывались тени, вызванные грозowymi облаками, которые имеют большие размеры, чем Эльбрус.

Красота вечернего неба, ради познания которой туристы испытывают большие лишения, мало освещалась в научно-популярной литературе. В сообщении проф. Ю. А. Жданова обращается внимание на одно из заревых явлений, имеющих познавательное значение при изучении хода световых лучей и физики рассеяния света атмосферой, а также эстетическое значение, расширяющее кругозор туриста и альпиниста.

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ В РАЙОНЕ ТЕРЕКА

4 марта 1964 г. в 20 час. 33 мин. 47 сек. по московскому времени приборами сейсмических станций «Грозный», «Пятигорск», «Махачкала» было зарегистрировано значительное землетрясение с эпицентром в районе железнодорожной станции Червленная-Узловая (в 30 км северо-восточнее Грозного), где сила землетрясения превышала 6 баллов.

Жители станции Червленная-Узловая землетрясение ощущали как резкий вертикальный толчок, сменившийся плавными горизонтальными колебаниями земли. Землетрясение сопровождалось подземным гулом, идущим со стороны Терека и напоминающим грохот приближающегося поез-

в винах не меняется и они остаются прозрачными, а их вкусовые и диетические качества столь же высоки.

Применение в виноделии нового ингибитора позволит резко снизить использование сернистого газа, заменит трудоемкую бутылочную пастеризацию и удешевит производство вина.

А. А. Шамшурин
Кандидат химических наук
Институт химии АН Молдавской ССР (Кишинев)

ГОДИЧНЫЕ КОЛЬЦА И СВЕРХДОЛГОСРОЧНЫЕ ПРОГНОЗЫ

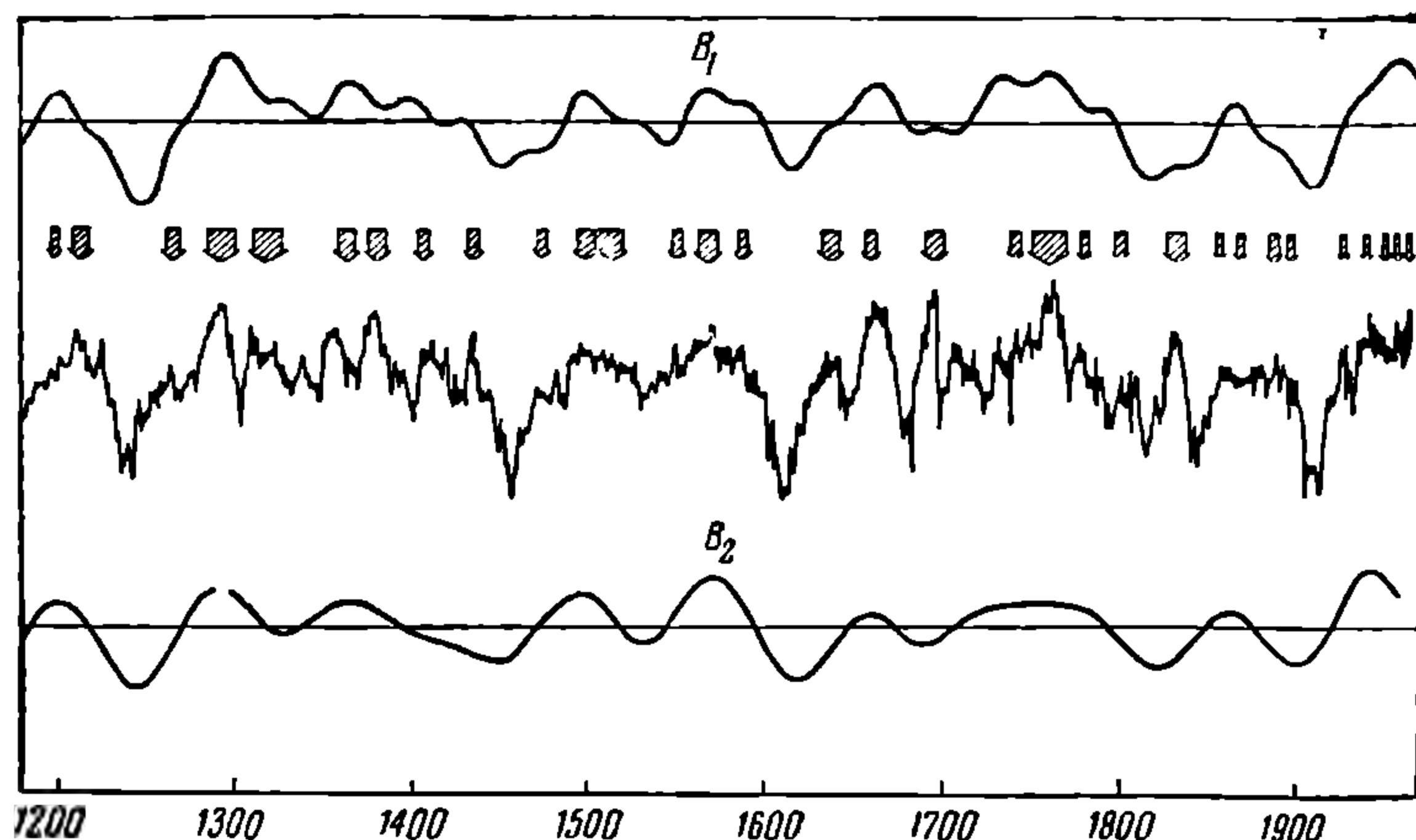
Составление сверхдолгосрочных прогнозов на срок, например, свыше десяти лет едва ли кажется возможным, ведь пока далеко не безошибочны даже краткосрочные прогнозы на период в несколько недель. Причина проста: метеорология — относительно молодая наука и не располагает данными метеонаблюдений за века. В связи с этим представляет большой интерес установление зависимости между климатическими условиями прошлых столетий и ростом годовых колец деревьев в различные периоды.

Влияние климата на рост деревьев сложно. Свет, температура воздуха, влажность, осадки, скорость ветра и состав воздуха — все эти климатические факторы сказываются на росте растений. В дереве, растении с чрезвычайно длинным жизненным циклом, влияние некоторых из указанных факторов «регистрируется» годовыми кольцами¹. Методы интерпретации климатических условий на основании изучения годовых колец² были разработаны американским ученым Эндрю Дугласом, которого называют «отцом дендрохронологии».

Из истории Земли известно, что климат претерпевал много изменений. В одних случаях эти изменения были, вероятно, внезапными в результате катастроф, в других — они происходили медленно и постоянно. Теплые периоды чередовались с холодными, вследствие чего иногда на значительных территориях образовывались ледники. Однако об интервалах между этими сверхколебаниями известно мало. Палеоботаники считают, что эти чередования, как правило, довольно нерегулярны. Но есть и исключения: колебания температуры после последнего большого ледникового периода (около 10—12 тыс. лет тому назад) свидетельствуют, например, об определенном постоянстве изменений, по крайней мере, в некоторых областях Европы. Есть и другие постоянные изменения. Известен продолжительный период колебаний угла наклона земной оси по отношению к Солнцу, которое, как полагают, вызывает регулярные и биологически значительные перемены в климате с интервалом продолжительностью около 40 тыс. лет. Другим примером служат кратковременные климатические отклонения от сред-

¹ См. «Природа», 1964, № 5, стр. 34—41.

² См. «New Scientist», v. 19, 1963, № 346, p. 18—20.



Кривая изменения климата. Кривая А показывает изменения в росте деревьев за 789 лет (1181—1960), установленные на основании измерения годовичных колец в Северной Скандинавии; стрелками обозначены периоды лесостановления насаждений. Кривая В₁ получена по шести регулярным колебаниям путем анализа средней кривой (циклы 33, 72, 82, 111, 204 и 342 лет), кривая В₂ — по трем наиболее важным колебаниям (циклы 72, 92, и 204 лет). На крайнем правом участке нижней кривой хорошо заметна тенденция к падению температуры в современный период

них величин, вызываемые во времена года в результате изменения орбиты Земли, а также 11-летними циклами активности солнечных пятен, влияние которых, правда, пока не исследовано. Могут быть и другие факторы геофизического и солнечного происхождения, связанные с циркуляцией земной атмосферы. Еще недостаточно известно о влиянии океанических течений и вулканической деятельности, а также об их повторяемости.

Некоторые из явлений, влияющих на климат, могут иметь ярко выраженный нерегулярный характер, а другие — строгую регулярность, но в течение столь продолжительных периодов, что пока современной науке их обнаружить не удалось. При подготовке сверхдолгосрочного прогноза следует, видимо, исходить из того, что на климат прошлого влияли периодические и непериодические факторы, соотношение между которыми в настоящее время не известно. Если, однако, периодические компоненты преобладают, то их можно использовать для составления сверхдолгосрочного прогноза. Надежность этого прогноза, разумеется, повысится в значительной степени, если удастся выяснить физические причины установленных циклов.

Такова теория вопроса. Что касается практики, то пока сделано очень мало. Анализ весьма интересных серий образцов годовичных колец был представлен на конференции по климату XI и XVI вв. (г. Аспен, штат Колорадо).

Проводились также исследования образцов живых сосен 400-летнего возраста, образцов высохших деревьев и пней старых деревьев, покрытых древесным углем (рост с 1150 г.). Обширные данные создавали впечатление, что климатические условия способствовали обильному лесостановлению (поспроизведению) по меньшей мере 3—4 раза в течение

да. В соседних населенных пунктах (станции Червленной, г. Гудермесе, с. Брагуны) землетрясение не превышало 5 баллов, а в Грозном оно было зарегистрировано как 3—4-балльное и ощущалось многими людьми как слабые горизонтальные толчки. За 10 дней до землетрясения сейсмическая станция «Грозный» зарегистрировала 7 местных землетрясений, очаги которых находились примерно в том же районе.

Землетрясение 4 марта произошло в районе, где до этого времени, согласно Атласу землетрясений СССР, не возникали ни сильные, ни слабые землетрясения. Однако в прошлом веке и в начале нашего столетия в районе широтного течения Терека были известны значительные землетрясения: в Прохладном (1886, 1904) — 4-балльное, в Моздоке (1901) — 6-балльное в станции Наурской — 5—6-балльное.

Линейное расположение эпицентров землетрясений свидетельствует об их приуроченности к золе глубинного разлома, отделяющего внешнюю и внутреннюю зоны Терского краевого прогиба и совпадающего с широтным течением Терека.

Н. М. Смирнова,
А. Г. Добрыченко
Грозненская сейсмическая станция
АН СССР

ЯДОВИТЫЕ ЗМЕИ И БАРСУКИ

До последнего времени не было выяснено, ест ли барсук ядовитых змей. С этой целью в Чу-Илийском междуречьи мы провели исследование, показавшее, что ядовитые змеи занимают значительное место в питании барсука.

Змей барсук поедает целиком. Они становятся его добычей после того, как, проглотив крупное животное, теряют способность быстро двигаться.

Питается он всеми видами змей, встречающимися в Чу-Илийском междуречьи: восточным удавчиком, водяным ужом, полозом узорчатым, стрелой-змеей, степной гадюкой и палласовым щитомордником.

Истребление ядовитых змей барсуком в местах отгонного животноводства, на трассах перегона отар и сенокосных угодьях нужно рассматривать как весьма полезную деятельность этого хищника. Рогатый скот и лошади существенно страдают от укусов гадюк и щитомордника, беспокойно пасутся в местах, изобилующих даже неядовитыми змеями, поэтому понятна тревога чабанов, вызванная уничтожением барсуков в местах выпаса. Планируя сроки охоты на хищников, нужно более внимательно относиться к отдельным территориям, запрещая охоту на барсука в местах отгонного животноводства, на сенокосах и вдоль постоянных трасс перегона скота.

А. П. Лесняк

*Институт зоологии и паразитологии
АН УЗССР (Ташкент)*

ПЛАСТБЕТОН

Полимеры находят широкое применение во всех областях техники. Нашли они применение и в подземном строительстве. Раньше подземные сооружения и тоннели крепились толстым бетоном и покрывались слоями изоляционных материалов — это трудоемкая и дорогостоящая работа.

Теперь, при использовании химии, появилась возможность применять пластбетон, полностью заменяющий сложные бетонные крепи и обладающий значительно лучшими качествами.

Крепь из пластбетона отличается прочностью, морозоустойчивостью и является надежной изоляцией от проникания воды в выработки. Эти удивительные качества крепи из пластбетона получены благодаря химическим компонентам, входящим в его состав.

Новая крепь из пластбетона незаменима для городских и промышленных коллекторов. Такой коллектор длиной около 4 м уже сооружен над насыпью Ново-Рязанского шоссе близ Москвы.

Крепь из сталепластбетонных колец создана в Центральном научно-исследовательском институте Подземшахтострой.

столетия и что климат был более благоприятен в нечетные столетия, а это дает основание сделать вывод о существовании климатического цикла порядка 200 лет.

Были сделаны попытки установить зависимость между радиальным ростом и климатом. Удалось выявить зависимость между толщиной кольца и различными климатическими факторами. Так, по меньшей мере 75% климатического влияния происходило от температуры воздуха лета соответствующего года, причем особое значение имел июль. Радиальный рост, видимо, наиболее интенсивен в этом месяце.

Зависимость между годовыми кольцами за период 1900—1960 гг. и продолжительностью роста, средней температурой и фактором, называемым «физически эффективной термической суммой», за тот же период оказалась точной и надежной. Отсюда можно сделать вывод, что годовые кольца ранних столетий — надежный показатель температурного климата.

Основные серии, состоящие из стандартизованных значений для средней толщины кольца каждого года, начиная с 1181 и кончая 1960 гг., показывают нерегулярные изменения. Однако, если проанализировать их, построив периодограмму, то появятся определенные циклы. Среди них особенно выделяются колебания 33, 72, 92, 111 и 204 годовых периодов (см. рис.). Любопытно отметить, что некоторые из этих циклов кратны основному циклу в 11—11,5 лет.

На основании анализа колец и построения периодограммы был составлен неблагоприятный прогноз для Северной Скандинавии. Ожидается значительное понижение летней температуры в будущие десятилетия, причем и в XXI в. она останется на низком уровне. Точность прогноза повысится, если удастся установить физические факторы, влияющие на различную периодичность. Пока активность солнечных пятен, по-видимому, единственно известное внешнее периодическое явление, влияющее на температуру воздуха.

К. В. Массеев

Москва

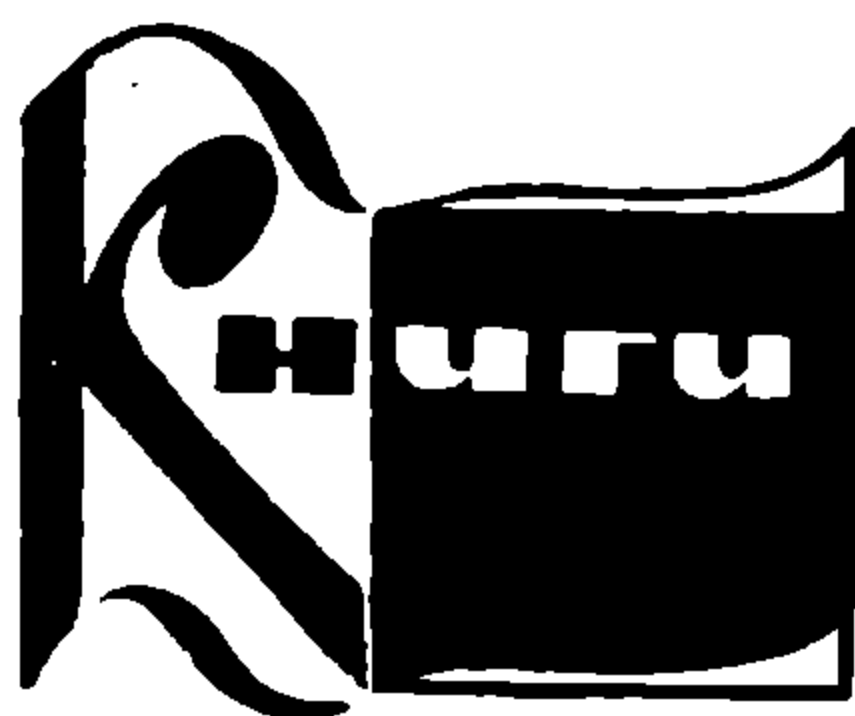
«ГОЛОСА» ВУЛКАНОВ

Американский ученый Адриан Ф. Ричардс в течение 10 лет (1950—1960) в разных частях света записывал и изучал шумы, издаваемые вулканами¹. Он установил, что каждому типу вулканических извержений (по классификации Лякруа) соответствует свой звуковой спектр. Гавайский тип извержений, например, почти не сопровождается шумом; тип Стромболи характеризуется широкой полосой частот, среди которой выделяются основная частота и гармонические колебания малой интенсивности; тип Вулкано отличается четко выраженной основной частотой и сильными гармоническими колебаниями разной интенсивности. Звуковой спектр извержений типа Пеле не изучался.

В. И. Кудряшова

Москва

¹ См. «Journal of Geophysical Research», 1963, т. 68, № 3, p. 919—928.



НАУКА И ЧЕЛОВЕЧЕСТВО

Изд-во «Знание», 1963,
526 стр., ц. 2 р. 91 к.

Доступно и точно о главном в мировой науке! Этот девиз был положен в основу одного из новых начинаний в популяризации знаний — ежегодника «Наука и человечество», изданного в 1962 г. Книга сразу завоевала широкую известность. Привлекало богатое и разнообразное содержание статей. Крупнейшие советские и зарубежные ученые, следуя замечательному девизу книги, увлекательно рассказывали о результатах своих работ, стремясь помочь людям увидеть все многообразие природы глазами исследователя.

С большим одобрением было встречено оригинальное художественное и полиграфическое оформление книги, разнообразие жанров ее материалов — от маленькой, бьющей в цель информационной заметки до солидной статьи ученого, возглавляющего целое направление, научную школу в естествознании.

Вышедший в 1963 г. второй том ежегодника «Наука и человечество» не менее разнообразен и интересен. Он открывается большой статьей акад. Л. Ф. Ильичева «Общественный прогресс и философия», в которой поступательное движение науки и техники рассматривается в тес-

ТВОРЦЫ НАУКИ О ВСЕЛЕННОЙ

ной связи с жизнью общества, с содержанием и характером действия объективных законов общественного развития. Читатель найдет в статье много интересных мыслей о единстве наук, о роли марксистско-ленинской философии, дающей естественным и общественным наукам единственно правильную методологию и способствующей их быстрому развитию.

Первый раздел ежегодника — «Человек» — начинается статьей известного советского психолога, действительного члена Академии педагогических наук, А. Н. Леонтьева «Человек и культура». Человеческое порождается общественным. Выросший вне общества человек не был бы человеком не только по своему мышлению и поведению, но во многом и по внешнему виду. Предпосылкой к этому служит строение его мозга. В глубины этого тончайшего органа ведет нас обстоятельная статья чл.-корр. АН СССР Э. А. Асратяна. Но может ли человеческий мозг вынести все возрастающую нагрузку, которую сулит ему развивающаяся цивилизация? Не разовьются ли при этом психические заболевания? «...Если говорить об истинной цивилизации, ведущей к повышению уровня материальной и духовной культуры общества, которое распространяется на все население, то такая цивилизация ведет к снижению психической заболеваемости... Этому учит опыт СССР», — подчеркивает действительный член Академии медицинских наук психиатр О. В. Кербинов в своем интересном на-

учном сообщении, озаглавленном «Несет ли цивилизация «психическую угрозу»?

Наряду с уже давно известными мировой науке именами, мы встречаем среди авторов ежегодника и новые имена. Молодой африканский континент переживает период бурного развития. Это отражено в статьях француза Жана Виктора Сюре-Канала и ганского профессора Нан Кобина Нкетсия IV, одного из ведущих ученых Гвинеи и верховного вождя нескольких племен.

Читатель не пропустит, конечно, интересных высказываний в статьях чешского ученого Франтишека Шорма «Биохимия против рака» и советского исследователя акад. Е. С. Варги «Голод можно предотвратить». Строгим и ясным языком цифр, убедительными фактами автор доказывает, что земля может прокормить многие десятки миллиардов людей и только хозяйничание капиталистов ответственно за то, что «почти треть человечества голодает или, по крайней мере, недоедает».

Семь статей включены в раздел «Земля». Безусловно прав чл.-корр. АН СССР В. В. Белосусов, автор статьи «Загадки недр», когда он говорит, что «...далекое космическое пространство известно нам в некоторых отношениях даже лучше, чем недра Земли, находящиеся непосредственно у нас под ногами».

Древний, загадочный и безлюдный материк Антарктиды. Но все чаще стали звучать здесь человеческие голоса, все больше мы узнаем о нем. И тем не менее



для многих будет неожиданным то, о чем рассказывает акад. Д. И. Щербаков в статье «Новое о ледяном материке». Проф. В. П. Зепкович — ученый редкой профессии — морской геолог. Он повествует о том, какие процессы происходят на рубежах земли и моря.

В разделе «Частицы» мы знакомимся с обширным кругом важнейших проблем современности, от природы нейтрино до тончайших вопросов генетики.

Нейтрино — «нейтрончик». Неуловимая парадоксальная частица с массой покоя, равной нулю. Тридцать лет тому назад его изобрели умозрительно, а теперь «...исследования нейтрино как элементарной частицы имеет первостепенное значение для построения теории слабых взаимодействий элементарных частиц... С другой стороны, нейтрино, без сомнения, играет важнейшую роль в астрофизике и, быть может, в космогонии», — пишет в своей статье «Нейтрино в лаборатории и Вселенной» известный советский ученый, чл.-корр. АН СССР, лауреат Ленинской премии, Бруно Максимович Понтекерво.

Американский ученый Г. Т. Сиборг — один из выдающихся открывателей, вернее создате-

лей, новых химических элементов. С 1940 г. он принимает непосредственное участие в выявлении всех без исключения трансурановых элементов. И об этих открытиях он с увлечением поведал советским читателям на страницах ежегодника.

Великое достижение последнего десятилетия — исследование химической, молекулярной структуры наследственной информации. «Мы знаем элементы химии наследственности и в общих чертах представляем себе, как эти генетические инструкции выполняются живой клеткой», — говорится в статье «Химия и генетика». Автор ее, один из плеяды выдающихся физиков, переключивших свои интересы в область генетики и молекулярной биологии, английский ученый Френсис Крик, сыграл большую роль в раскрытии тайны наследственности.

Современная наука не только исследует законы наследственности, но и вмешивается в эту святая святых природы. Советский ученый Б. Л. Астауров сумел воздействовать на пол поколений тутового шелкопряда. Рассказу о том, как это было достигнуто и о возможных перспективах в этом направлении посвящена солидная его статья.

«Космическим дневником» первой женщины-космонавта В. В. Николаевой-Терешковой открывается раздел «Вселенная». В нем читатель встретит много сведений о том, что человечество узнало о далеких мирах. Очень интересны статьи советских ученых В. С. Троицкого и В. В. Шаронова об исследовании Луны радиоволнами и современных представлениях о Марсе. Наш естественный спутник — не холодная, застывшая планета; ее недра горячи почти так же, как и недра Земли. Но при этом В. С. Троицкий приходит к неожиданному выводу, что «концентрация радиоактивных элементов в недрах Луны в 5—6 раз больше, чем на Земле». Если это справедливо, то необходимо специальное объяснение, связанное с какой-то совершенно новой теорией возникновения Луны.

Нельзя не упомянуть о весьма оригинальной концепции возможности жизни на звездах-липутах, выдвигаемой в статье известного американского астронома Х. Шепли.

К знакомым по первому тому разделам «Человек», «Земля» «Частицы», «Вселенная» во втором томе присоединен новый — «Технический прогресс». В этом разделе, который сохранится и в

последующих томах ежегодника, освещаются важнейшие идеи, непосредственно воплощаемые в практике, перспективы переустройства жизни и производства на базе новой техники. Актуальные статьи о новых материалах, о химии в сельском хозяйстве, о кибернетике и электронных машинах, о будущем сварки написаны самими создателями нового, творцами технического прогресса.

На полях книги рассеяны тщательно подобранные мелкие за-

метки: информация о новом в науке, исторические сравнения, оригинальные факты. Этот живой материал органически входит в единую ткань книги.

И на этот раз радует оформление ежегодника, в котором удачно сочетаются материалы пауки и искусства. В качестве иллюстрации к научным статьям смело использованы снимки выдающихся картин, скульптур прошлого и современности. Этим как бы подчеркивается единство раз-

вития различных форм человеческого творчества. Порыв и сомнения «Давида» Микеланджело, например, великолепно соседствуют с ярким рассказом о поисках и открытии тайны нейтрино. Прекрасное вторгается в технику (производственная эстетика, эстетическое восприятие математических и физических формул), а наука и техника — в мир искусств.

С. И. С м у г л ы й

Москва

ПОЛЕЗНЫЙ СБОРНИК

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НАУК ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЗЕМЛИ

Изд-во АН СССР, 1963, 244 стр.,
ц. 1 руб.

В нашем представлении каждое природное явление, каждый объект воспринимается как единое целое, которое подлежит изучению. Соответственно этому, при первоначальном становлении естественных наук они четко делились по объектам изучения: наука о животных — зоология, наука о растениях — ботаника, наука о Земле — геогнозия, или геология. Более детальные исследования вскрывают неисчерпаемые богатства свойств объекта, для изучения которых необходима и возникает уже целая система последовательно дробящихся наук и дисциплин, изучающих разные аспекты явления. В связи с этим встает проблема синтеза различных смежных наук.

Есть ли единая наука о Земле? Какие из наук могут претендовать на такое назначение? В чем специфические особенности этих наук и как они должны группироваться? Как должно происходить их взаимодействие и взаимопроникновение? Каково взаимоотношение геологии, гео-

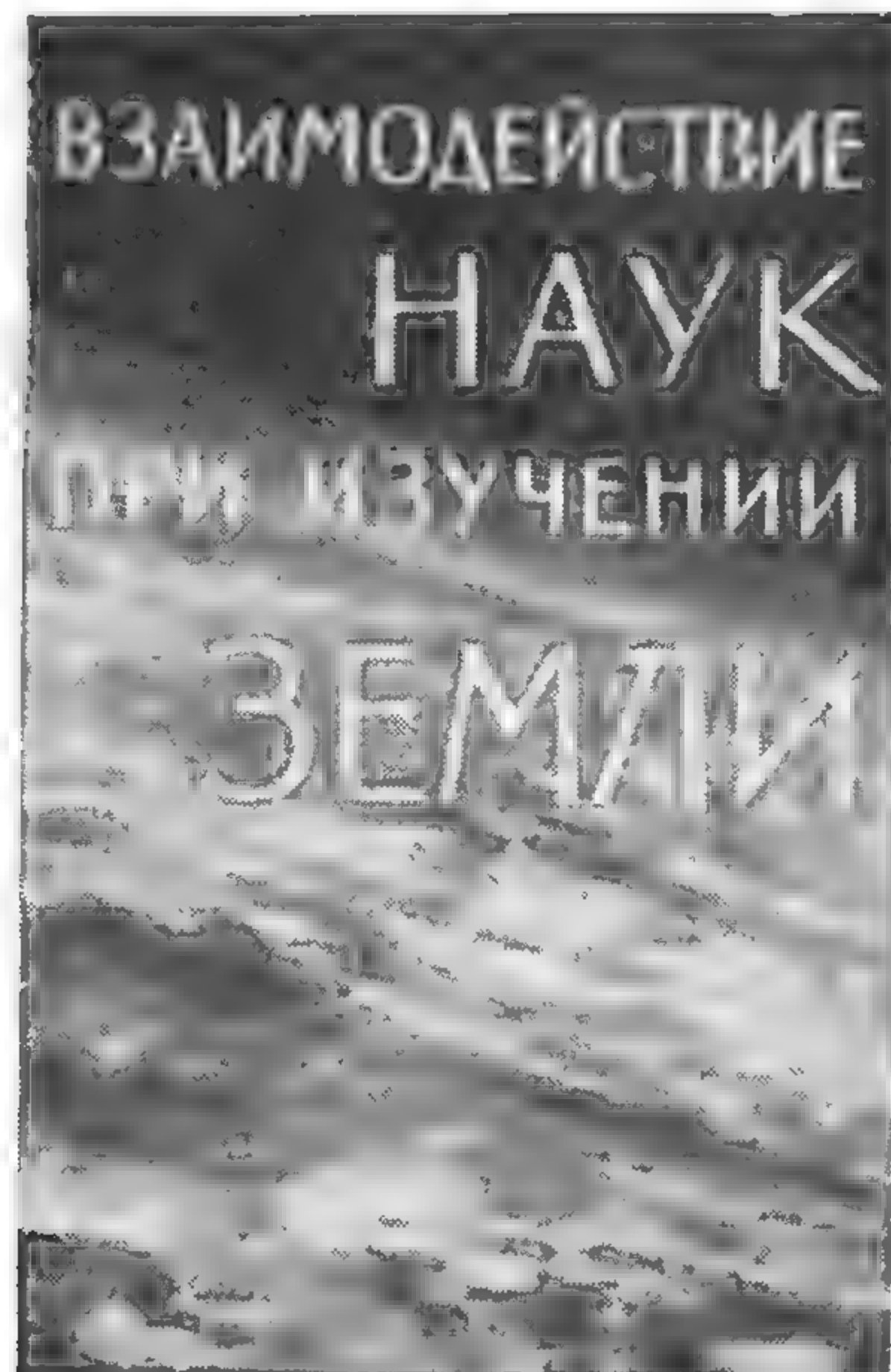
физики и геохимии? Чем обеспечивается наиболее успешное развитие наук о Земле? Эти и подобные вопросы широко обсуждались на методологических конференциях, проведенных в Академии наук СССР по вопросам взаимодействия наук о Земле. В книге помещено 23 статьи участников дискуссии, среди которых немало видных ученых нашей страны.

Сборник не содержит готовых решений. Его особенность в

том, что в своих статьях ученые свободно высказываются по интересующим их вопросам, имеющим преимущественно общеполитический и общегеологический, а иногда и сугубо частный характер. При этом разнообразие мнений по одному и тому же вопросу только подчеркивает всю важность и своевременность его постановки.

Статьи сборника не равноценны по глубине и широте обсуждаемых проблем. Это заставляет читателя как бы принять участие в дискуссии и проанализировать свою точку зрения.

Спорным оказался вопрос о самом объекте геологии. В связи с различным пониманием ее задач как общей науки о Земле в целом (Е. В. Шандер и др.) или частной науки о земной коре (Б. Ю. Левин, В. В. Белоусов) по-разному рассматриваются взаимоотношения между геологией, геофизикой и геохимией. В философском аспекте это отразилось также на обсуждении вопроса о существовании и специфике геологической (планетарной) формы движения материи и роли биологических процессов в ее развитии (Б. М. Кедров, Е. К. Федоров, М. С. Потапова, Ю. П. Трусев и др.). М. С. Потапова



предлагает в основу классификации геологических наук положить выделение аспектов изучения: состава, структуры и времени объекта. Методологические проблемы геохимии обсуждаются Ю. П. Трусковым и А. А. Сауковым, которые широко опираются на идеи В. И. Вернадского и А. Е. Ферсмана. Способы изучения Земли геофизикой в их историческом развитии анализирует А. Е. Медунин.

Для многих представит интерес привлечение наук, не имеющих прямого отношения к геологии. Так, например, из кибернетики исходит характеристика биосферы как саморегулирующейся системы (Г. Ф. Хильми, И. Б. Новик), что во многом выражает ее сущность лучше, чем старые геологические определения. Очень ценно указание на важность установления и изу-

чения так называемых организационных связей или цепей управления в природе. Их изменение, при весьма малой первоначальной затрате энергии, влечет за собою крупное изменение всей системы по принципу нарастающего снежного кома или лавины. Ведь обычно, когда речь идет об условиях изменения равновесия в геологических процессах их стараются отыскивать лишь в мощных энергетических воздействиях, забывая о важном значении управления, играющего роль спускового механизма. Последнее обстоятельство приобретает особое значение в связи с вопросом о ноосфере, затронутым рядом авторов, и взаимодействием человека и природы, которое И. П. Кириченко рассматривает в свете новой науки — геотехнологии.

Наряду с многократными тре-

бованиями усиления математического аппарата (О. В. Сарманов) как острого орудия исследования, каждый геолог с удовлетворением отметит положение (В. В. Белоусов), что никакая математизация не подменит пытливого взгляда геолога-натуралиста, способного видеть конкретное природное явление во всей его сложности.

Наряду с общими взглядами на взаимодействие и будущее развитие наук о Земле в сборнике содержится ряд конкретных сведений.

Читатель, интересующийся наукой о Земле и методологией естествознания, найдет в сборнике богатый материал и получит представление о разнообразии комплекса наук о Земле.

К. П. Флоренский

Москва

«СВЕРХОРГАНИЗМЕННАЯ» ФОРМА ЖИЗНИ

И. Халифман
МУРАВЬИ

«Молодая гвардия», 1963,
303 стр., ц. 84 коп.

Книга в яркой форме рассказывает о муравьях, об их строении, удивительных взаимоотношениях в семьях между особями одного и разных видов, а также между муравьями и другими организмами. Приводятся сведения о географическом распространении различных видов муравьев; население этих насекомых образует почти сплошной покров на континентах и островах земного шара — плотный и многообразный у экватора и все более изреженный в направлении приполярных территорий. Основоположник современной систематики К. Линней в 1758 г. описал лишь 17 видов муравьев, а сейчас на-

ука располагает сведениями примерно о 15 000 видах. Они обитают и в «оранжерейном» климате влажных тропических лесов, и в сухих знойных пустынях, и на холодных болотах в тундре Заполярья.

Автор описывает различные постройки муравьев — гнезда, «спитые» из зеленых листьев и висающие в кронах деревьев тропических лесов; сложные лабиринты камер и ходов в отмершей древесине или в почве, высокие конусы из хвои и веточек, сооружаемые рыжими лесными муравьями. Семьи муравьев — особая, «сверхорганизованная» форма жизни. Среда их существования прежде всего биотическая, создаваемая совместной деятельностью самих муравьев. Необходимость «разделения труда» определяет наличие «каст», различающихся соответствующими

адаптациями, — строением ротового аппарата, совершенством органов чувств, степенью развития центральной нервной системы, координирующей поведение каждой особи, в связи с «заботой о потомстве».

Хорошо описаны замечательные примеры совместной жизни муравьев и тлей, разведение муравьями подземных «грибных садов», рассказывается о полчищах беспощадных хищников — кочующих муравьях дорилинах и эцитонах. Таинственный мир открывается читателю, когда он знакомится с возникновением новой муравьиной семьи или совместного образа жизни муравьев разных видов. Интересны и картины жизни растительноядных муравьев-«жнецов», их влияние на состав и условия произрастания растительности вокруг муравейников.

Подробно разобран вопрос о пользе, приносимой муравьями при уничтожении ими насекомых-вредителей — бабочек, пилильщиков и жуков. Здесь показаны перспективы биологической защиты растений от вредителей, актуальность организации охраны муравейников. Каждое гнездо хищных муравьев наших лесов — это залог благополучного роста и развития десятков, а то и сотен деревьев и кустарников.

Наряду с описанием жизни муравьев, автор дает и объяснение особенностей их индивидуального развития и приспособлений к среде. Учитывая сложность такой задачи, следует быть снисходительным к ряду мест текста, — читатель не всегда остается удовлетворен объяснениями тех или иных явлений. Здесь, как и во многих других вопросах биологии, еще не достигнуто взаимопонимание между учеными разных школ и направлений, а уже существующие теоретические схемы зачастую предварительны.

Заметный недостаток книги — недооценка роли естественного

отбора при выработке у организмов новых адаптивных особенностей. Не вполне ясно объяснено историческое возникновение семьи муравьев «отчетливым перерывом постепенности». Сложность строения и функций «каст» муравьев объясняется законом увеличения численности особей, именуемым «основным законом жизни живого», тогда как в этом проявляется прежде всего результат естественного отбора в популяциях. Объясняя мимикрию разных организмов «сходством питания в широком смысле слова», автору следовало бы не мимоходом, а более полно раскрыть сущность этого явления, тем более, что мимикрия не ограничивается сходством муравьев и их сожителей.

Из более частных замечаний отметим следующие. На стр. 26 и раньше лучше было бы Обдорск именовать по-современному — Салехард, который лежит не в «сердце Сибири», а на крайнем севере Западно-Сибирской низменности. На стр. 165 остается непонятным, в чем выражено

упражнение органов (и «свойств») рабочих муравьев, тогда как из куколки, как известно, выходит уже вполне сформировавшаяся и закончившая развитие особь, готовая выполнять свои функции во всем объеме (разумеется, в нормальной абиотической и биотической обстановке). На стр. 172 некоторые паразитические виды европейских муравьев автор без особых на то оснований называет «вырождающимися». В книге почти не затронута проблема химической регуляции группового поведения муравьев феромонами — специфическими веществами, выделяемыми отдельными особями. Сводить причины согласованной деятельности многотысячных групп муравьев лишь к трофическому обмену между ними вряд ли правильно.

В целом книга, рассчитанная на широкий круг читателей, полезна, интересна и хорошо иллюстрирована, что повышает ценность издания.

Д. В. Панфилов
Кандидат биологических наук
Москва

В МИРЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Д. Н. Трифонов

ГРАНИЦЫ И ЭВОЛЮЦИЯ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Госатомиздат, 1963, 166 стр.,
ц. 26 коп.

Предлагаемая вниманию читателя книга — увлекательный рассказ о периодическом законе и периодической системе элементов Д. И. Менделеева. В марте этого года закону исполнилось 95 лет. Но как и все истинно великие открытия, он не стареет, напротив — наполняется новым, более глубоким содержанием.

Периодический закон управляет бесконечно многообразным миром химических элементов и

их соединений. Наряду с этим он «стимулирует» дальнейшее развитие не только химии, но и таких наук, как геохимия и геология, атомная и ядерная физика, астрофизика и космогония. Бесспорная заслуга автора заключается в том, что на протяжении всего изложения он не только не теряет из виду эту связь наук, а всячески подчеркивает их взаимовлияние и взаимообогащение.

В конце каждой главы приведен большой список литературы, причем в него включены самые разнообразные работы как по тематике, так и по времени написания. Заинтересованный читатель сможет глубже

разобраться в рассматриваемых вопросах и познакомиться с именами ученых, работавших и работающих в этих областях.

Многие из проблем изложены в их историческом развитии. Такой подход дает возможность рассказать об интересных, но малоизвестных фактах. Любопытно, например, что впервые представление о существовании некоей нейтральной частицы (впоследствии названной нейтроном) было развито английским физиком Сезерлендом еще в 1902 г., однако его идея осталась незамеченной и была забыта.

Но главное не в исторических деталях. Автору книги удалось



показать процесс поисков научной истины, протекающий в борьбе противоположных и противоречивых взглядов, т. е. то, что некогда А. Эйнштейн, правда, в связи с другими событиями, назвал «драмой идей». Именно это и является самым интересным и захватывающим во всяком научном повествовании.

Это замечание особенно относится к главе, посвященной месту редкоземельных элементов в периодической системе. Проблема их размещения оказалась одной из самых головоломных, и даже автор периодического закона незадолго до смерти признавал, что «его личное мнение еще ни на чем не остановилось».

На протяжении многих десятилетий различные ученые пытались по-разному разрешить вопрос о месте редкоземельных элементов, о причинах наблюдаемой аномалии, пока квантовомеханическая теория электронных оболочек, созданная в 30-х годах нашего века, не дала правильного ответа. Как замечает автор, периодическому закону и периодической системе до известной степени «повезло». Дело в том, что проблема редких земель не сразу проявила себя «в полную силу» — это получилось

потому, что ко времени открытия и последующего триумфа закона их было известно еще очень мало. Лавина открытий новых редкоземельных элементов, которые, с точки зрения науки того времени, не укладывались в общую логическую схему, последовала тогда, когда периодический закон уже достаточно прочно «стоял на ногах», благодаря блестяще подтвердившимся предсказаниям Д. И. Менделеева относительно существования и свойств «экабора», «экаалюминия» и «экасилиция».

Как известно, у многих элементов таблицы Менделеева (у 42 из общего числа 92) паружная электронная оболочка частично заполнена уже тогда, когда во внутренней еще есть «свободные» места. К таким элементам относятся и редкие земли.

А что было бы, если бы в некоей периодической системе элементов все электроны располагались «идеально», т. е. следующий электронный слой начинал бы заполняться только тогда, когда все внутренние уже заполнены? Возникает целый ряд интересных вопросов, например: как соотносятся такая «идеальная» система и существующая в действительности? Оказывается, что наиболее устойчивы, а следовательно, и наиболее распространены в природе именно те химические элементы, оболочки которых заполнены в соответствии с «идеальной» схемой. Разумеется, не только электронная структура обеспечивает устойчивость элементов, однако такой результат показывает взаимосвязь этих характеристик.

Представляет интерес та часть книги, в которой рассматриваются изменения, происходящие в строении химических элементов под влиянием больших давлений. В ней, как и в других разделах, высказывается много оригинальных, хотя иногда и спорных мыслей. В связи с этим следует

сделать несколько замечаний.

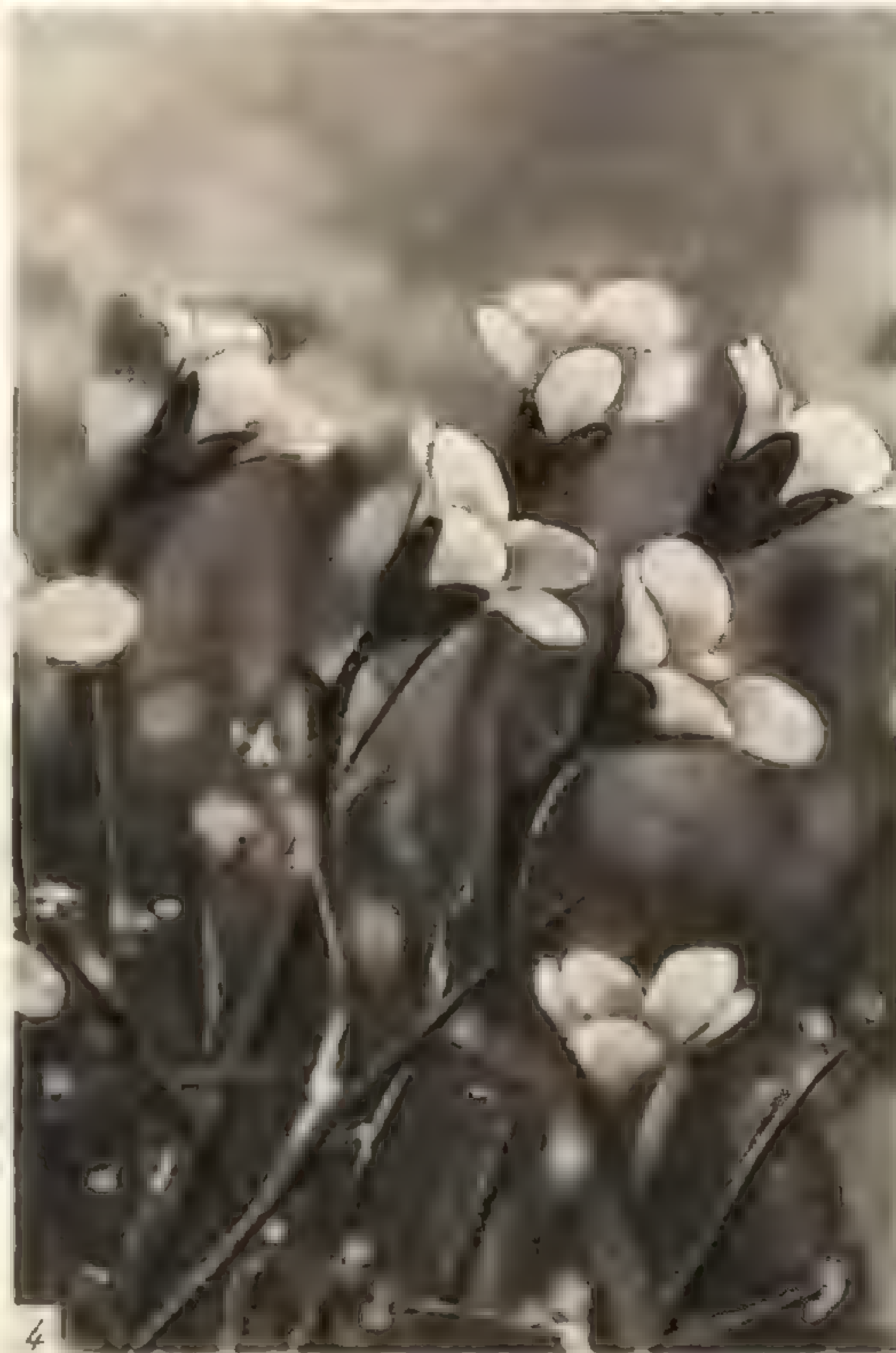
Как справедливо указывает, под влиянием сверхвысоких давлений материя в конце концов переходит в нейтронное состояние. Это теоретически было показано советским физиком Л. Д. Ландау еще в 1937 г. Однако автор по непонятным причинам даже не упоминает его имени. Развиваемые далее представления о нейтроне, протоне и электроны, как «кирпичиках», из которых строятся все существующие элементы, выглядят устаревшими; они не отвечают современному уровню знаний о строении ядра.

К числу недостатков книги следует отнести также беглое упоминание об изотопах, их роли в природе и месте в периодической системе. Почти не затрагивается вопрос о радиоактивности, особенно искусственной, и взаимных превращениях элементов. Эта тема имеет прямое отношение к эволюции периодической системы и помогла бы глубже рассмотреть ряд проблем.

Отмеченные недостатки, тем не менее, отнюдь не снижают достоинств этой интересной и весьма познавательной книги.

Автор справедливо указывает, что наше знание сущности периодического закона во многих отношениях неполно. Выяснение «топкой» и «сверхтопкой» структуры таблицы Менделеева еще предстоит в будущем. Неизбежно установление эволюционной связи между закономерностями, действующими в мире элементарных частиц, с одной стороны, и управляющими миром атомов, с другой. Книга помогает более глубоко познать сложный мир химических элементов, ее прочтет каждый, кого интересуют проблемы современной науки, ее история, а также законы, которые она изучает.

Ю. Я. Яковлев
Москва



Пестрым ковром цветов покрывается в июне поверхность острова Преображения (море Лаптевых): мак подушковидный (1), партия голостебельная (2), сиверсия ледяная (3), камнеломка дернистая (4), лютик сернисто-желтый (5), камнеломка болотная (6), разужница арктическая (7)



Камнеломка поникающая (8), липондия поздняя (9), сиверсия ледяная (10), полярный мох (11), ляготис малая (12), ива арктическая (13), арктический хрен (14)

Фото В. Андреева



В КРАЮ НЕЗАХОДЯЩЕГО СОЛНЦА

ВЛИЯНИЕ НЕПРЕРЫВНОГО ЛЕТНЕГО ДНЯ НА СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ

Июнь в Северном полушарии — пора самых коротких ночей. За Полярным Кругом солнце весь месяц не опускается за горизонт. Растения на Крайнем Севере проходят цикл сезонного развития в очень сжатые сроки, не свыше 3—4 месяцев. Широко распространен взгляд, что только непрерывный день, значительно удлиняющий ассимиляционный период, обеспечивает за Полярным Кругом возможность существования высших растений.

В Полярно-Альпийском ботаническом саду, близ г. Кировска, на 120 км севернее Полярного Круга, вот уже несколько лет изучают влияние непрерывного летнего дня на развитие местных и привозных деревьев и кустарников. Опытные растения выращивались в грунте при естественном длинном дне и параллельно — на искусственно укороченном. Укороченный день продолжительностью в 16 и 10 часов регулировался при помощи фотопериодических кабинок (16-часовой день соответствует длине летнего дня на широте Днепрпетровска и Волгограда).

У многих видов, как и ожидалось, прирост на естественном дне шел значительно быстрее, чем на укороченном. Например, местная дикая красная смородина (*Ribes rubrum* L.) образовала на естественном дне побеги в 26 см, на 16-часовом — 18 см, на 10-часовом — 10 см. Близкие соотношения получены у березы извилистой (*Betula tortuosa* Ldb), курильского чая (*Dasyphora fruticosa* Rydb.), жимолости татарской (*Lonicera tatarica* L.) и ряда других. Прирост возрастает за

счет некоторого увеличения числа и размеров клеток, и, главным образом, возрастания числа междоузлий, что связано с увеличением числа листьев. Кроме того, у многих видов при длинном дне листья вырастают крупнее. Например, у сибирской лиственницы хвоя вырастала на непрерывном дне вдвое длиннее, чем на 16-часовом дне. Итак, быстрому росту растений на Севере способствует усиленное формирование ассимиляционного аппарата.

У некоторых видов непрерывный день, ускоряя прохождение световой стадии, способствует более быстрому их вступлению в пору плодоношения. Например, жимолость съедобная на естественном дне образовала первые цветки на второй год после прорастания семян, а на третий год цвела обильно. На коротком же дне опытные растения на третий год не зацвели.

Северу нужны высокоурожайные ягодные кустарники и обильно цветущие декоративные растения. У многих видов непрерывный день в Кировске усилил цветобразование. Например, шиповники цвели на естественном дне обильнее, чем на коротком. Особенно ярко это наблюдалось у курильского чая, который в обычных условиях цветет за счет бутонов, заложенных в предшествующем сезоне. При непрерывном дне на буйно растущих побегах непрерывно закладывались новые бутоны, сразу же переходившие к цветению. Кусты курильского чая до поздней осени в Кировске стоят густо усеянные золотистыми цветами. Число цветков, образовавшихся на естественном дне, в десятки



Подмосковный лес

Фото П. Яровицкого

раз превышало их число на кустах короткого дня.

Непрерывный день стимулирует также цветение черники и голубики. Одинаковой величины кусты голубики образовали на 10-часовом дне в среднем по 65 цветков; на 16-часовом — по 120, а на непрерывном дне — по 180. Все это объясняет богатое плодоношение ягодных кустарничков на Крайнем Севере в самых, казалось бы, неблагоприятных природных условиях. Приведенные факты подтверждают мнение о благотворном влиянии на развитие растений непрерывного летнего дня высоких широт.

Но стимуляция непрерывным днем ростовых процессов оборачивается врагом северного растениеводства при интродукции деревьев и кустарников более южного происхождения. Непрерывный северный летний день, нарушая нормальное сезонное развитие многих завезенных сюда деревьев и кустарников, гипертрофирует у них ростовые процессы. Например, черенки культурной черной смородины в первый же год выгоняли побеги до 90 см длиной. В результате, чрезмерно затягивалась активность камбия. Побеги с приближением осени не успевают вовремя образовать почки, опробковеть, сбросить листву и пройти закалку. Такие растения погибают с первыми же морозами. Только из-за вредного влияния непрерывного дня на Севере не могут прижиться ценные сорта черной и красной смородины, крыжовника, а также ряд видов лиственницы, тополя, клена, жимолости и многих других. При выращивании на коротком дне все перечисленные растения хорошо перезимовывают в Мурманской области без укрытия. Интересно отметить, что, выращивая сеянцы белой акации на 10-часовом дне, удалось так их подготовить, что они три года подряд благополучно перезимовали в Кировске прямо в грунте, под снегом, без искусственного укрытия. Сеянцы, росшие на непрерывном дне, вымерзли нацело после первых же заморозков.

Непрерывный день в ряде случаев вредно влияет на плодообразование завезенных с юга кустарников. Так, курильский чай дал на непрерывном дне исключительно обильное цветение, но при этом не завязалось ни одного семени. У растений, выросших на коротком дне, образовались нормальные семена. Венгерская сирень (*Sy-*

ringa Josikaea Jack), обильно цветущая в Полярно-Альпийском ботаническом саду, тоже не дает всхожих семян. Для растений умеренных широт, не приспособленных к условиям севера, непрерывный летний день Заполярья нередко оказывается вредным фактором, ограничивающим продвижение этих видов на север.

Самым поразительным в опытах Полярно-Альпийского ботанического сада оказалось, что на некоторые деревья и кустарники непрерывный световой день не оказывает сколько-нибудь заметного влияния. Некоторые деревья и кустарники развивались почти неотличимо в диапазоне светового дня от 10 до 24 часов. (Например, иволгинная спирея, *Spiraea salicifolia* L.). Осенью по внешнему виду нельзя было отличить, какие растения выращивались на 10-, 16-часовом или непрерывном световом дне. Не различались они и по степени зимостойкости. К этой же не реагирующей на световой режим экологической группе деревьев и кустарников относятся некоторые местные северные виды: рябина гладкая, местная раса обыкновенной малины, северо-сибирский зеленомясый боярышник (*Crataegus chlorosarca* Maxim.) и, что особенно примечательно, завезенные из уме-

ренных широт: сирень венгерская и амурская, рябина тяньшанская, рябинник, некоторые виды ирги (*Amelanchier*).

Равноценный или почти равноценный прирост ряда видов растений при длине световой части дня от 10 до 24 час. можно объяснить при допущении, что фотосинтез у них ежесуточно продолжается не более 10 час. Избыток светового периода не оказывает на такие растения никакого физиологического действия. Таким образом, у разных видов растений экологические связи с одними и теми же факторами среды устанавливались по-разному. Для одних видов и рас непрерывный летний день полезен и даже необходим, для других — он вреден. Наконец, для третьих — безразличен.

Этот вывод имеет большое практическое значение. Нужно смелее искать среди бесчисленного мирового ассортимента растений виды, которые могли бы с пользой для народного хозяйства пополнить число растений, успешно произрастающих в Заполярье, краю незаходящего летнего солнца.

Г. Э. Шульц
Кандидат биологических наук

Ботанический институт
им. В. Л. Комарова (Ленинград)

ВТОРОЕ РОЖДЕНИЕ РЕКИ

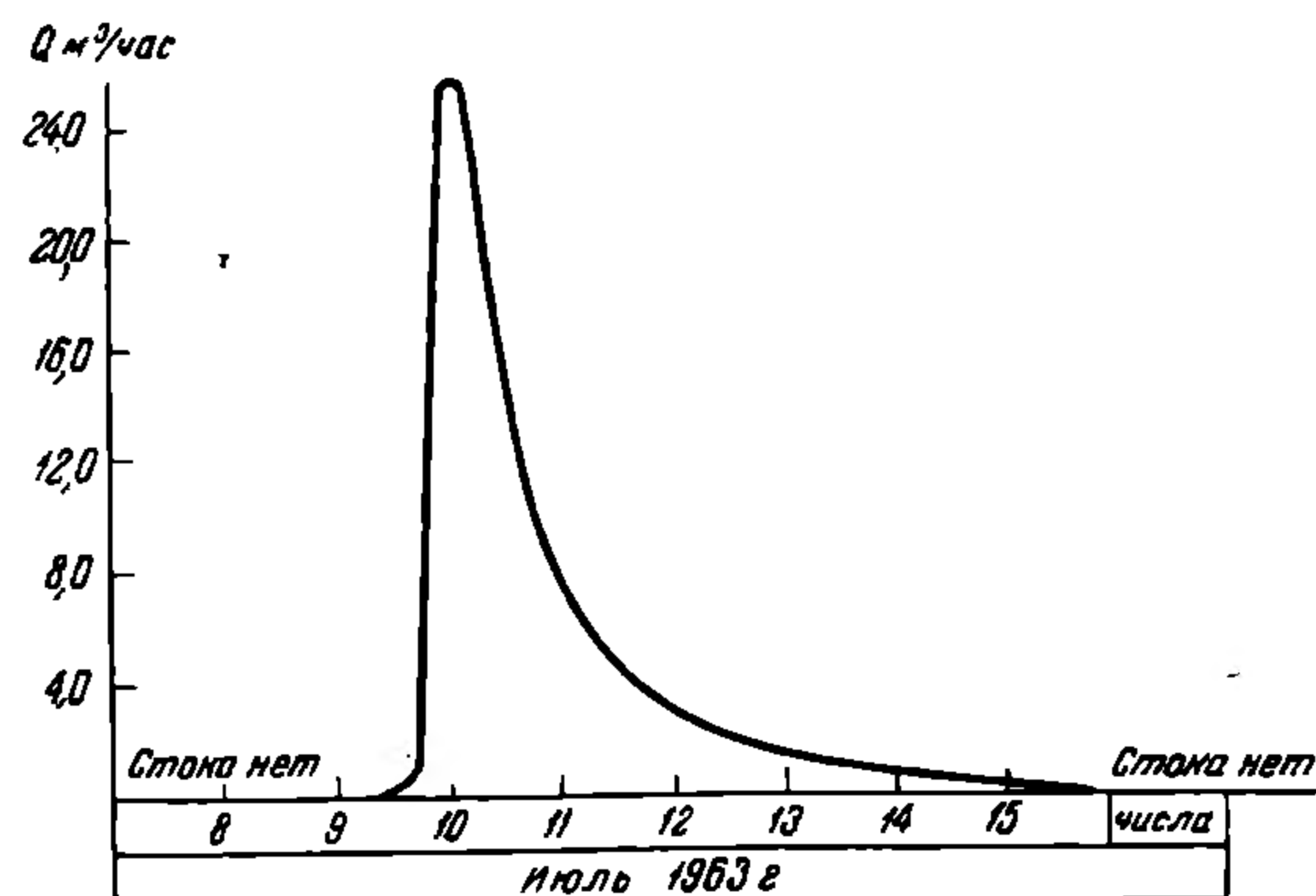
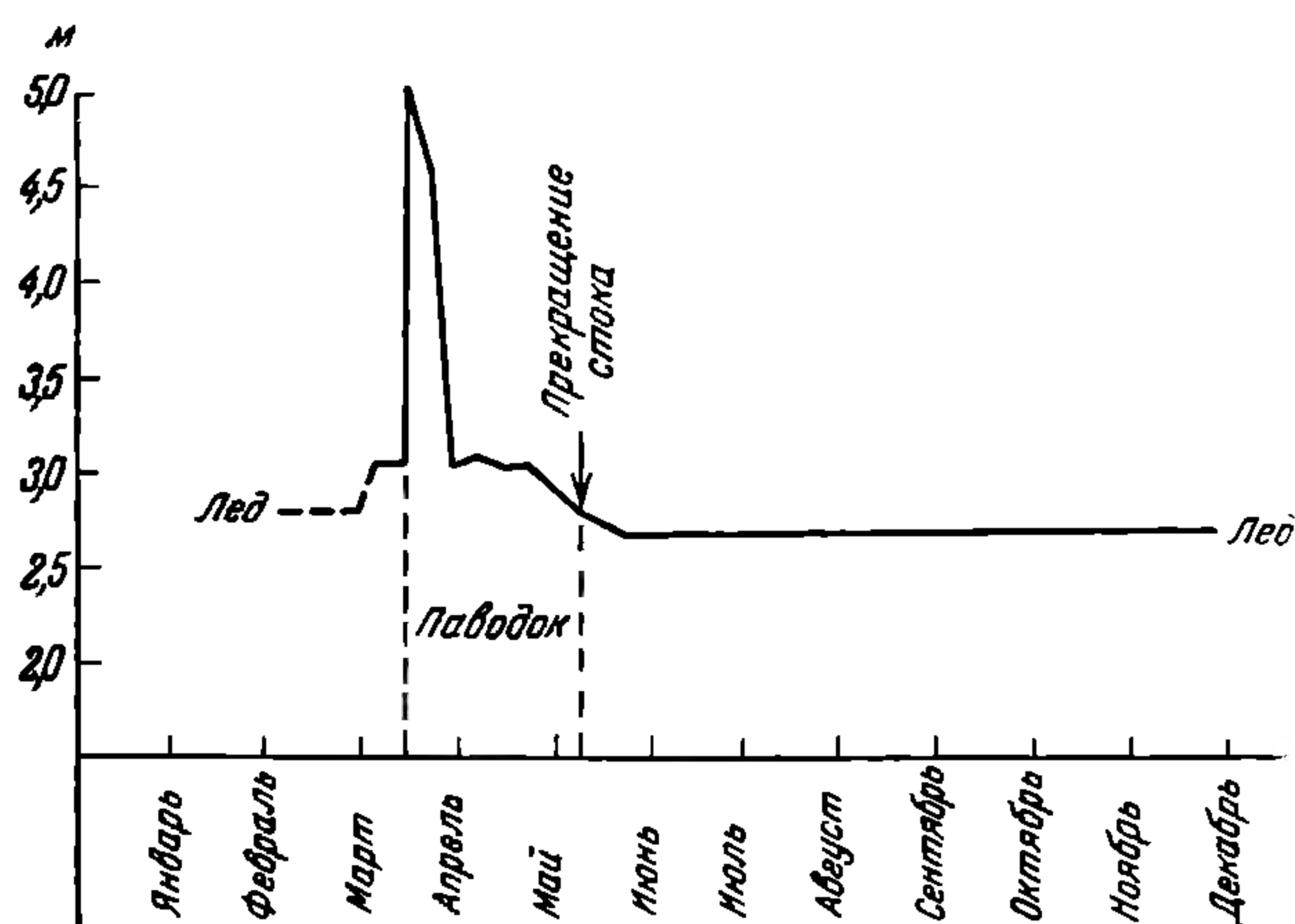
9 июля 1963 г. Небо было с утра хмурым и к полудню разразилась гроза. Ливень со страшным громом пронесся над нашим лагерем, расположенным в пойме пересыхающей реки. Но через два часа вновь выглянуло солнце. К вечеру вдруг послышалось шипение, и через несколько минут

мы увидели блестевшую в лучах заходящего солнца громадную грязевую, пенистую лавину воды, двигавшуюся на нас с большой скоростью. Она быстро заполняла на своем пути все русло. Уже через 15 мин. мы, по пояс в воде, спасли имущество и снаряжение экспедиции, а еще через 15 мин. друж-

Неожиданно
нахлынувший
вал воды
высотой более
1 м через 15
мин. заполнил
сухое русло и
создал немало
хлопот
участникам
экспедиции

Фото
В. Ушакова





Сток реки Джезды и характер колебания уровня воды (от условного нуля) в одном из плёсов за 1961 год (слева). График стока воды реки Джезды с 9 по 15 июля 1963 г. после прошедшего 9 июля сильного ливня (справа).

ный коллектив экспедиции вылавливал за собой последние палатки.

За полчаса уровень воды поднялся почти на 2 м. Все русло реки шириной 50—75 м было залито водой. К утру уровень ее упал на полметра, но сила потока осталась прежней. Только через четверо суток река приобрела прежний вид.

Этот случай произошел в полупустынном районе Центрального Казахстана, недалеко от Улутауских гор, на небольшой р. Джезды (правый приток р. Кенгир).

Климат этой зоны Советского Союза резко континентальный. Осадков здесь выпадает 120—140 мм в год, испаряемость превышает осадки почти в десять раз, поэтому район беден поверхностными водами.

По данным Джезказганской метеостанции, здесь наблюдается ярко выраженная цикличность в смене засушливых и увлажненных

периодов. Как видно из графика, последняя происходит с значительными отклонениями в ту или другую сторону в среднем около 30—35 лет. Полный увлажненный цикл наблюдался с 1885 по 1917 гг., а засушливый — с 1918 по 1956 г. С 1957 г. начался очередной увлажненный период.

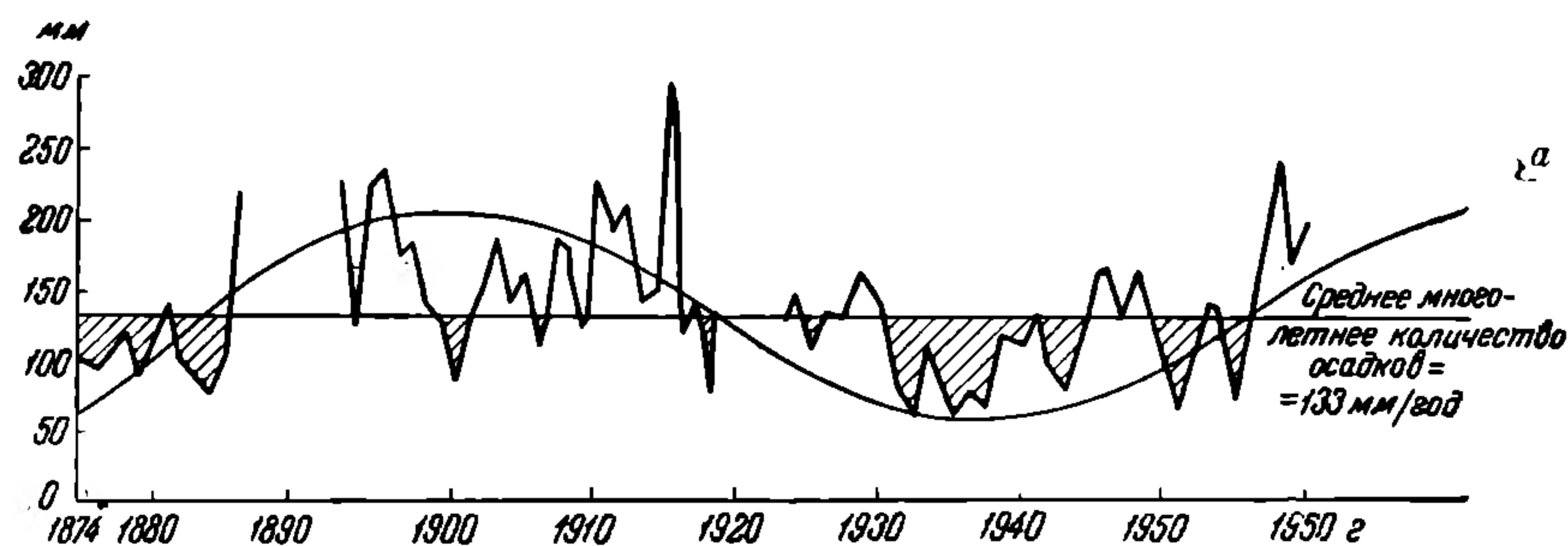
Гидрологический режим рек пустынь и полупустынь резко отличается от рек умеренного пояса тем, что в большинстве своем они маловодны, а сток по ним проходит только в период весеннего снеготаяния, продолжающегося обычно около месяца. В остальное время года вода сохраняется только в разобренных плёсах, питающихся главным образом за счет выклинивания подземных вод. Весьма незначительный сток происходит подземным путем по маломощным русловым отложениям реки. В период паводка стекает до 80—90% всех годовых

водных ресурсов реки, которые для р. Джезды в среднегодовом разрезе составляют 25 млн. м³.

Дело в том, что в летний период дожди выпадают в виде редких мощных ливней на ограниченных площадях узкими полосами, выливая на землю за несколько часов иногда полугодовое количество атмосферных осадков (до 60—70 мм при годовой норме 133 мм). В данном случае атмосферные осадки выпали в 10—20 км выше нашей стоянки на площади водосбора около 30—35 км². Сформировавшийся поток устремился по речке, буквально в первые же часы заполнив пересохшие плёсы. Значительная часть потока с жадностью поглощалась растрескавшейся пустынной почвой и аллювиальными наносами реки.

Случаи концентрированного выпадения ливневых дождей в зоне полупустынного климата нашей страны — большая редкость. За последние годы в этом районе аналогичные случаи превращения суходолов в бурные реки наблюдались в июле 1953 г., когда за 1—1,5 часа вылилось на землю более 60 мм осадков (Джазказганский лог). Образовавшийся поток по лугу смывал постройки, склады, полотна железной дороги и т. д. По сведениям джезказганских геологов, бурные летние паводки наблюдались в 1960 г. также в бассейне р. Киякты.

И. А. Баркалов,
В. К. Джамгагарин
Джезказган



Распределение среднегодовых атмосферных осадков в Джезказганском районе за период с 1874 по 1963 гг. Заштрихованные площади характеризуют дефицит к среднемноголетней норме осадков; кривая а отражает 35-летнюю цикличность засушливых и увлажненных периодов



ЯДОВИТЫЕ И ОПАСНЫЕ РЫБЫ

Ленинградское книжное издательство, 1963, 80 стр., ц. 62 коп.

Когда перелистываете этот небольшой альбом, внимание привлекают изящные или причудливые контуры рыб. Одни из них окрашены в яркие экзотические, другие — в нежные перламутровые тона. И названия меткие, необычные: «рыба-меч», «рыба-бабочка», «парусник», «звездочет», «акула-молот», «акула-собака» и т. д.

Тропическую часть Атлантического океана населяет много хищников. Поэтому некоторые виды рыб и морских животных снабжены защитными средствами — выделяют яд или обладают «разящим оружием».

Альбом содержит несколько десятков характеристик ядовитых и опасных рыб и рисунки к ним, выполненные художником К. Г. Кухоренко. Вот, например,

«дракончик». У этой рыбы хищная, зубастая пасть. На спине воинственно топорщатся колючие, жесткие плавники. Они похожи на гребень сказочного дракона. Это самая ядовитая из европейских рыб. Укол плавника — смертелен. Но мясо дракончика вкусно и пользуется спросом. Чтобы его обезвредить, надо удалить спинные позвонки. А вот «рыба-меч», со' страшным холодным оружием. Этот обоюдоострый меч — не что иное, как сросшиеся кости верхней челюсти — до 1,5 м длины. Рыба эта иногда весит полтонны. Она бесстрашно нападает на суда, может протаранить парусник или рыбачье судно.

Альбом предназначен для широкого круга читателей, но имеет и специальное назначение: необходимо ознакомить с такими рыбами и тех, кто трудится на рыбных промыслах.

Н. А. Гейда
Москва

ПОПРАВКА

В № 4 журнала «Природа» за 1964 г., на стр. 5, левая колонка, 9 строку снизу следует читать: прежних субъективистских установок.

Художественный редактор З. К. Тарасенко

Технический редактор Г. И. Кривенкова

АДРЕС РЕДАКЦИИ: Москва, Центр, ул. Грибоедова, 4, тел. К-5-60-28, Б-8-06-72

Подписано к печати 12/V-64 г.
Уч.-изд. л. 13,39

Т-07905.
Бум. л. 4.

Формат бумаги 84×108¹/₁₆.
Тираж 23 000 экз.

Печ. л. 13,12 + 4 вклейки.
Зак. 468

2-я типография Издательства «Наука». Москва, Шубинский пер., 10

В НОМЕРЕ: (окончание)

Новости, события, факты. Корабль движется... боком (12). Сколько воды на Земле? К. С. Лосев (33). Австралийский радиогелиограф (55). Открытие новых планетарных туманностей. И. И. Грыгар (112). Структура протона — желеобразна (112). Искусственный возбудитель серебристых облаков (112). Опыты с сантиметровыми волнами (112). Чехословацкие путешественники знакомятся с СССР (113). Об истинном уровне океана (113). Вклад в развитие научной вирусологии (70-летие профессора Л. А. Зильбера). В. М. Бергольц (114). Человек из Танганьики (114). Новый ингибитор в виноделии. А. А. Шамшурин (115). Тень Эльбруса... на вечернем небе Ю. А. Жданов, А. Д. Заморский (115). Годичные кольца и сверхдолгосрочные прогнозы. К. В. Массеев (116). Землетрясение в районе Терека. М. Н. Смирнова, А. Г. Добрыченко (116). Ядовитые змеи и барсук. А. П. Лесняк (117). «Голоса» вулканов. В. И. Кудряшова (118). Пластбетон (118). Заметки наблюдения. Жадная кедровка. Т. Э. Рандла (95). Книги. Творцы науки о Вселенной (Ежегодник «Наука и человечество»). С. И. Смульский (119). Полезный сборник (Взаимодействие наук при изучении Земли). К. П. Флоренский (121). «Сверхорганизованная» форма жизни (И. Халифман. Муравьи). Д. В. Панфилов (122). В мире химических элементов (Д. Н. Трифионов. Границы и эволюция периодической системы). Ю. Я. Яковлев (123). Коротко о книгах (28, 64, 88, 111, 128). Календарь природы. В краю незаходящего Солнца. Влияние непрерывного летнего дня на сезонное развитие деревьев и кустарников. Г. Э. Шульц (125). Второе рождение реки И. А. Баркалов, В. К. Джамагарин (126).

ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“

готовит к печати:

Краткий научно-атеистический словарь

Словарь дает трактовку основных понятий научного атеизма, разъясняет наиболее употребительные термины, связанные с историей атеизма, религии и церкви, с современными религиозными направлениями, знакомит с деятельностью выдающихся атеистов. В книге — 1500—2000 статей, расположенных по алфавиту. Основные тематические разделы словаря: марксистско-ленинское учение о религии; до-марксовский атеизм; наука и религия; история религии и церкви; критика религиозных учений, «священных книг», обрядности и т. д.; современное положение различных вероисповеданий.

Словарь подготавливается сектором научного атеизма Института философии Академии наук СССР. К участию в работе над ним привлечены ведущие ученые, научные сотрудники Института философии, Института истории, Института этнографии, Музея истории религии и атеизма и других учреждений. Издание рассчитано на пропагандистов научного атеизма, научных работников, преподавателей, студентов и широкие круги читателей.

Объем книги — 40 л.; цена — 1 р. 40 к. (ориентировочно).

**В магазинах «Академкниги»
имеются в продаже:**

Кривелев И. А. Ленин о религии. 1960, 239 стр., ц. 38 коп.

Бонч-Бруевич В. Д. Избранные сочинения в трех томах. Том I. О религии, религиозном сектантстве и церкви. 1959, 411 стр., ц. 1 р. 63 к.

Великович Л. Н. Церковь и «народный капитализм». (Научно-популярная серия). 1962, 120 стр., ц. 18 коп.

Зыбковец В. Ф. Дорелигиозная эпоха. 1959, 248 стр., ц. 90 коп.

Нестурх М. Ф. Происхождение человека. 1958, 387 стр., ц. 1 руб.

Для получения книг почтой заказы направлять по адресу: Москва, Центр, Б. Черкасский пер., 2/10, магазин «Книга—почтой» конторы «Академкнига» или в ближайший магазин «Академкниги».

Адреса магазинов «Академкниги»: Москва, ул. Горького, 6 (магазин № 1); Москва, ул. Вавилова, 55/5 (магазин № 2); Ленинград, Д-120, Литейный проспект, 57; Свердловск, ул. Белинского, 71-в; Новосибирск, Красный проспект, 51; Киев, ул. Ленина, 42; Харьков, Уфимский пер., 4/6; Алма-Ата, ул. Фурманова, 129; Ташкент, ул. Карла Маркса, 29; Баку, ул. Джапаридзе, 13.

«АКАДЕМКНИГА»

70 коп.

ИНДЕКС
70707



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

